

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

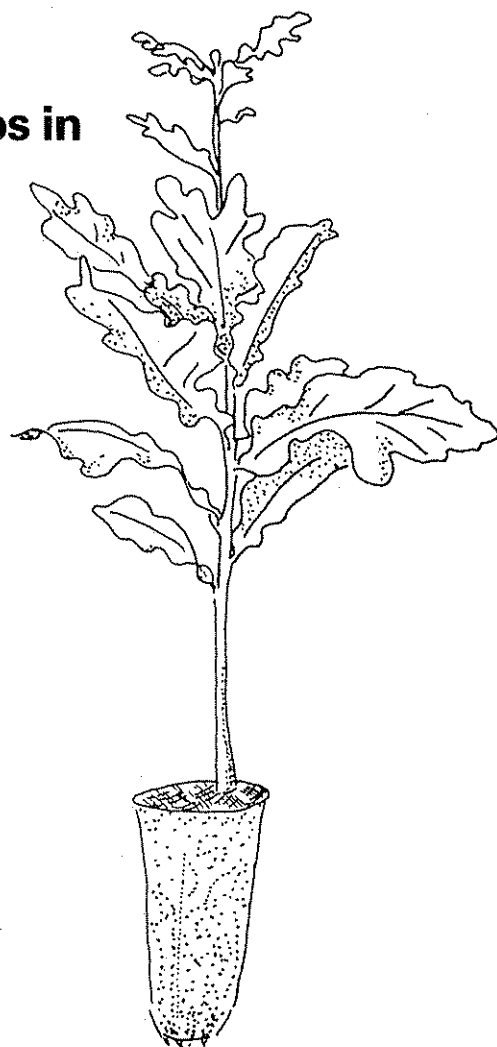
Produktion av lövfällande träd och buskar i täckrotsystem

– problem och möjligheter

**Production of deciduous trees and shrubs in
container systems**

– problems and possibilities

Pia Gustafsson



**Institutionen för
lantbruksteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural
Engineering**

**Rapport 121
Report**

Uppsala 1988

ISSN 0283-0086

ISBN 91-576-3315-0

	FÖRORD	3
	SAMMANFATTNING	4
	SUMMARY	5
1	INLEDNING	6
2	BAKGRUND	7
3	TÄCKROTPLANTA - VAD ÄR DET ?	8
4	ATT ODLA TRÄD OCH BUSKAR I KONTROLLERAD MILJÖ	10
5	TÄCKROTSYSTEM - VILKET SKA VÄLJAS ?	11
5.1	Hur ska plantan se ut ?	11
5.2	Behållarens utformning	13
6	SUBSTRAT	16
7	SÅDD	19
7.1	Metoder vid sådd	19
7.1.1	Direktsådd i behållare	19
7.1.2	Plantor till omskolning	20
7.2	Groningsmiljön	20
7.2.1	Temperatur	21
7.2.2	Vattentillgång	22
7.2.3	Syretillgång	22
7.2.4	Ljus	23
7.3	Såtidpunkt	23
8	TILLVÄXTFASEN	25
8.1	Tillväxtstyrning	25
8.1.1	Temperatur	25
8.1.2	Bevattning	26
8.1.3	Näringstillförsel	27
8.1.3.1	Gödningsregimer	29
8.1.3.2	Bladgödsling	29
8.1.3.3	Mykhorrisa och kvävefixerande bakterier	30
8.1.3.4	CO ₂ - gödsling	30
8.1.4	Ljus	30
8.1.5	Växtskydd	31
8.1.5.1	Förökningsvampar	31
8.1.5.2	Sorgmyggor	32
8.1.5.3	Bladlöss	32
8.1.5.4	Ogräs	32
8.1.5.5	Alger och mossor	32
8.2	Invintring	33
9	FRÖFÖRÖKNING AV LIGNOSER	35
9.1	Varför fröförökning ?	35
9.2	Fröet och groningen	35
9.3	Frövila	36
9.3.1	Varför finns frövila ?	36
9.3.2	Typer av frövila	37
9.3.3	Brytande av frövila	41
9.3.3.1	Att bryta vila orsakad av fröskalet	41
9.3.3.2	Att bryta vila orsakad av inre förhållanden	42

9.4	Fröprocessing	43
9.5	Frökonditionering	44
9.6	Frötestning	45
10	EGNA STUDIER OCH ERFARENHETER	46
10.1	Material och metoder	46
10.2	Resultat	48
10.2.1	Skogslönn, <i>Acer platanoides</i>	49
10.2.2	Klibbal, <i>Alnus glutinosa</i>	49
10.2.3	Vårtbjörk, <i>Betula pendula</i>	49
10.2.4	Avenbok, <i>Carpinus betulus</i>	50
10.2.5	Ask, <i>Fraxinus excelsior</i>	50
10.2.6	Hägg, <i>Prunus padus</i>	51
10.2.7	Slån, <i>Prunus spinosa</i>	51
10.2.8	Skogsek, <i>Quercus robur</i>	51
10.2.9	Rönn, <i>Sorbus aucuparia</i>	51
10.2.10	Korgvide, <i>Salix viminalis</i>	52
11	MÖJLIGHETER VID TÄCKROTODLING, DISKUSSION	53
11.1	Är täckrotodling av lövträd möjlig ?	53
11.2	Skogslönn, <i>Acer platanoides</i>	55
11.3	Klibbal, <i>Alnus glutinosa</i>	55
11.4	Vårtbjörk, <i>Betula pendula</i>	56
11.5	Avenbok, <i>Carpinus betulus</i>	57
11.6	Ask, <i>Fraxinus excelsior</i>	58
11.7	Hägg, <i>Prunus padus</i>	59
11.8	Slån, <i>Prunus spinosa</i>	59
11.9	Skogsek, <i>Quercus robur</i>	61
11.10	Rönn, <i>Sorbus aucuparia</i>	62
11.11	Korgvide, <i>Salix viminalis</i> , sticklingförökning	62
12	LITTERATURFÖRTECKNING	64
13	BILAGOR	69

FÖRORD

Detta arbete är mig veterligen det första, åtminstone i Europa, som behandlar produktion av täckrotplantor i små behållare, utöver de vanliga barrträdslagen, samt björk och asp. Det är utfört av hortonomie studerande Pia Gustafsson som examensarbete med inriktning på plantskoleteknik.

Examensarbetet ingår som en del av ett forskningsprojekt vid avd. för Markbyggnads- och trädgårdsodlingsteknik i Alnarp, som behandlar etablering av lövträd och buskar som täckrotplantor i perifer urban miljö, t.ex. på nedlagd åkermark, mark för skyddsplanteringar mm. Projektet har finansierats med handelsgödselavgiftsmedel som förvaltas av Lantbruksstyrelsen samt medel från inst. för Lantbruksteknik vid SLU.

Om någon mot förmodan tror att detta examensarbete skulle utgöra en uttömmande och komplett beskrivning av hur man odlar lövträd som täckrotplantor misstar den sig gruvligt. När man började att bearbeta detta område både teoretiskt och praktiskt så befinner man sig snabbt ute på jungfrulig mark. Frågorna blir helt nya när man går från barrträdproduktion till täckrot. Den biologiska kunskapen måste ligga som bas men behöver hela tiden jämkas samman med de tekniska och arbetsmässiga ramarna. Att finna det optimala jämviktsområdet i skärningspunkterna mellan optimerad biologi, teknik och ekonomi kommer att ta lång tid.

Ett tack riktas till alla som på ett eller annat sätt hjälpt Pia att genomföra sitt examensarbete. Ett alldeles speciellt tack riktas till Hilleshög Forestry med anställda i Falkenberg för lån av krukset, odlingsramar samt disponerad växthusplats inklusive utförd skötsel.

Per Nyström

Försöksledare i markbyggnadsteknik

SAMMANFATTNING.

Att odla lövfällande träd och buskar i täckrotsystem är en ännu mycket lite beprövad odlingsteknik i Sverige och Europa. I detta arbete redogörs för de grundläggande ramarna för odling av täckrotplantor. Med täckrotplanta menas en planttyp som har någon form av substrat kring rötterna vid utplantering. Substratvolymen brukar vara mellan 50 - 700 cm³ och plantorna odlas under 1 eller 2 odlingssäsonger. Som substrat används mest porös torv eller någon torvblandning. En fördel med täckrotplantor är att rotsystemet behålls relativt intakt och rottillväxten kan fortsätta ostört efter plantering. Även en rad tekniska fördelar finns vid denna odling. På marknaden finns idag ett 10-tal olika täckrotsystem. Valet av system måste avgöras av flera faktorer; planttyp, plantskolans utseende, arbetsmiljön, kundens krav mm.

Täckrotodling gör det möjligt att utnyttja växthus. Under groning och den första tillväxten är det nödvändigt med någon typ klimatreglering för att nå ett lyckat odlingsresultat.

För att få bra plantutbyte måste fröbehandlingen behärskas. De flesta fröer från lövfällande träd och buskar har någon typ av frövila. I arbetet finns en redogörelse över orsakerna till frövila och hur frövila bryts eftersom fröer av olika arter måste behandlas på olika sätt. Såmetod bestäms efter att grobarheten hos fröpartiet har bedömts; direktsådd i täckrotkrukor eller omskolning. Antalet tomma krukor måste minimeras för att växthusytan och övriga resurser ska utnyttjas väl.

Uppgifterna i litteraturen om klimatstyrning och odlingsfaktorernas inverkan är sparsamma eftersom träd och buskar vanligen odlas på friland. Det är svårt att med detta arbete som grund ge rekommendationer. Odlingen kan delas in i tre varandra gripande faser; groning, tillväxten och invintringen. Under groning är det viktigt att fuktigheten kring fröet och temperaturen styrs för att få en bra groning. Även under tillväxten går troligen mest att vinna genom att styra vattentillgången och temperaturen. Vad gäller näringstillförsel är toleransen rätt stor så länge den sker inom rimliga gränser.

På eftersommaren när plantorna står utomhus kommer invintringen naturligt att påbörjas när daglängden minskar och temperaturen sjunker. Kvävegödslingen bör avtrappas under juli - augusti så att tillväxten stannar upp.

Eftersom varje art måste betraktas för sig ges i slutet av arbetet en liten odlingsanvisning för 10 olika arter, baserat både på litteraturstudier och egna försök.

SUMMARY.

To grow deciduous trees and shrubs as containerized seedlings is as yet a relatively untried growing method in Sweden and Europe. This paper is a report on the basic conditions of growing containerized seedlings in container system.

A containerized seedling is defined as a plant which has some kind of growing media surrounding the roots when it is planted out. The volume of the containers is usually between 50 - 700 cm³ and the plants are grown for one or two growing seasons. Porous peat, or a peat mixture are most frequently used as a growing media. One advantage of having containerized seedlings is that their root systems are kept relatively intact, and that root growth can thus continue undisturbed after planting. The method also has certain technical advantages. On the Swedish market today we find about 10 different container systems. The choice of system must be decided by several factors: the type of plant, the plant nursery, the working environment, the customers demands etc.

Growing in container systems makes it possible to use greenhouses. During germination and the first growth it is necessary to have some kind of climate regulation in order to obtain a successful growing result.

To obtain a good result one has to master the handling of the seeds. Most seeds of deciduous trees and shrubs have some kind of seed dormancy. The causes of dormancy and how to interrupt it is treated here because seed from different species have to be treated in different ways. The sowing method is decided after the germination percentage has been estimated: either sowing directly in containers or replanting seedlings into the containers. For an optimum utilization of the greenhouse area and other resources, it is imperative that empty containers be avoided.

There is not much literature to be found about climate regulation and the influence of environmental factors since trees and shrubs are usually grown outdoors. It is difficult to make recommendations when there are differences between species and when the environment must be changed during the growing season. Rearing seedlings can be divided into three parts; germination, growth and cold hardening. During germination it is most important that moisture and a temperature around the seed are regulated in order to obtain a good growing result.

Even during growth the greatest benefits are derived from correct regulation of the water supply and of the temperature. The tolerance for nutrients is quite high as long as the dosage is kept within reasonable limits.

In the late summer when the plants are outdoors is cold hardening starts naturally when the days shorten and the temperature sinks. Nitrogen fertilization should be cut down gradually during July and August to stop growth.

While each species should be studied individually, there is at the end of this paper a short growing recommendation for 10 species, based on literature studies and own research.

1. INLEDNING.

Täckrotproduktion är en ny intressant väg som kan leda till bättre och billigare plantering och etablering av buskar och träd, speciellt med tanke på s.k. landskapsplanteringar. Men, idag finns ingen sådan produktion av plantor i Sverige. På skogsidan har dock provodlingar startas med några få lövfällande arter. Kunskapen är därför liten eller saknas om täckrotproduktion av lövfällande trädslag i Sverige och även internationellt. Intresset är dock stort hos både skogsfolk och trädgårdsanläggare.

Det här arbetet är den första sammanställning som presenterats med speciell inriktning mot lövfällande träd och buskar. Förhoppningsvis ska det kunna fungera som en bas för odling och för framtida försök. Syftet med arbetet är:

- Att undersöka de biologiska förutsättningarna för produktion i täckrotsystem och att grovt ringa in lägena för de odlingsfaktorer som kan styras.
- Att finna och belysa de problem som kan uppstå under produktionen men även att visa på framtida möjligheter till utveckling.
- Att förklara vissa handlingssätt.

Den första tanken var att begränsa arbetet till de faktorer som påverkar odlingen från groningen till plantan är salufärdig. Det blev dock snart uppenbart att om inte fröet gror blir det ingen planta. Därför har ett helt kapitel ägnats åt fröegenskaper och fröbehandling.

Den första delen av arbetet, kapitel 3-9, är baserat på litteraturstudier men för att ge grund för dessa genomfördes samtidigt en egen försöksodling med 10 växtslag. Resultaten från försöken presenteras i kapitel 10.

Vid läsningen av arbetet bör man ha i tanken att målet med produktionen är att göra plantor som är väl anpassade för plantering och därmed ger en god etablering. Jag hoppas läsaren finner nöje i att läsa om denna nya odlingsteknik för lövfällande träd och buskar, kanske leder den fram till målet?

Liten planta KAN bli stort träd!

Javisst, självklart! Vi har förmåga att förutsäga att allt vi planterar som plantor skall bli stora träd. Vid naturlig föröing är det kanske ett frö på tusen eller tio tusen som blir ett stort träd. Dessutom sker det på för människan fel plats och vid fel tidpunkt. Därför använder vi prefabricerade plantor av olika storlekar för att "styra naturen enligt vår projektering".

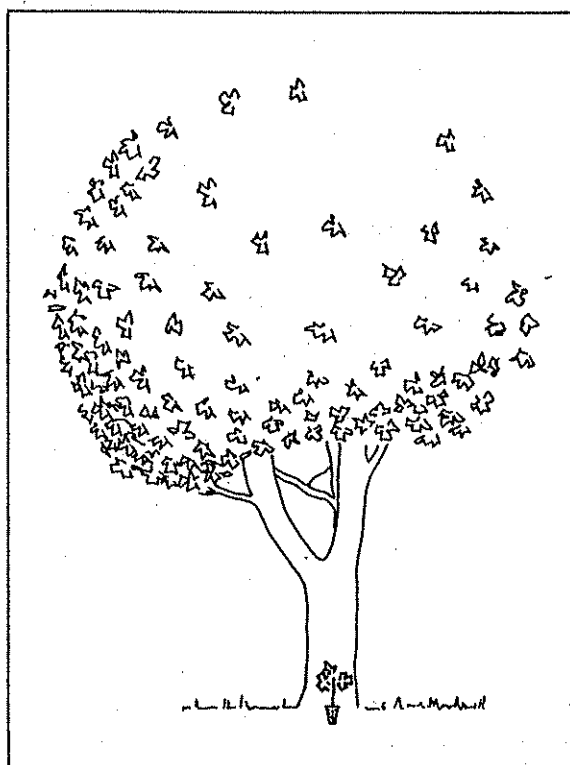
Barrotplantan som idag används vid etablering är en planttyp vars produktion, lagring, försäljning, transport och plantering utvecklats under en mycket lång tid. Samhället vi lever i idag har helt andra synsätt, värderingar, organisation m.m. som bidrar till att problemen att få LEVANDE plantor ned i marken på planteringsplatsen har ökat starkt.

Detta beror kanske främst på att kostnaderna för olika produktionsmedel har förändrats, främst genom att kostnaderna för manuellt arbete har ökat betydligt snabbare än andra t.ex. maskinarbete, odlingssubstrat, krukor och gödsel. Ökningen är även snabbare än konsumentprisindex sedan 1955.

Sammantaget leder detta till att ALLA försöker att minimera manuellt arbete så långt som möjligt för att pressa kostnaderna i konkurrensen med andra producenter. Barrotplantodling kan mekaniseras med det är tveksamt om det idag tekniskt går och om det ger något positivt ekonomiskt resultat.

Detta gäller naturligtvis även på konsumentsidan. Man hantlar plantan på ett enklare sätt som medför att plantan utsätts för risker.

Ogräsbekämpningen är en annan mycket dyrbar bit i etableringsarbetet. Det handlar inte alltid om pengar utan att ha tillräckligt med kunnit folk just under semestern när ogräsen växer som bäst! Här kan täckrotplantan kombinerat med andra odlingsåtgärder betyda stora framsteg.



Figur 1. Liten planta blir stort träd.

I rapport nr 122 "Etablering med lövfällande täckrot- och barrotplantor" (i samma serie) behandlas teknik, organisation, ekonomi och etableringsresultat för både barrot och täckrotplantor. I detta sammanhang är det mycket viktigt att även belysa möjligheter och problem i produktionen av täckrotplantor.

3 TÄCKROTPLANTA - VAD ÄR DET?

Täckrotplantan står i motsats till barrotplantan. Täckrotplanter definieras som de planttyper som har någon form av substrat kring rötterna vid utplantering. Substratet kan t ex utgöras av torv, bark eller stenull som i sin tur kan vara inneslutet i någon behållare (Bengtsson, 1986). Vid plantering kan plantan sättas med behållare (system med behållarvägg som medger rotgenomväxt) eller utan behållare (system där substratet finns i en ram av t.ex. plast eller där substratet är självbärande) (Norrhalk 1982). Substratet ska vara genomrotat före plantering. Substratvolymen brukar röra sig mellan 50 - 700 cm³ vid täckrotodling av lignoser. Vid större substratvolymen används vanligen beteckningen kruk- eller containerodlad planta. Barrotplanter planteras med ett naket rotsystem, dvs utan något substrat kring rötterna.

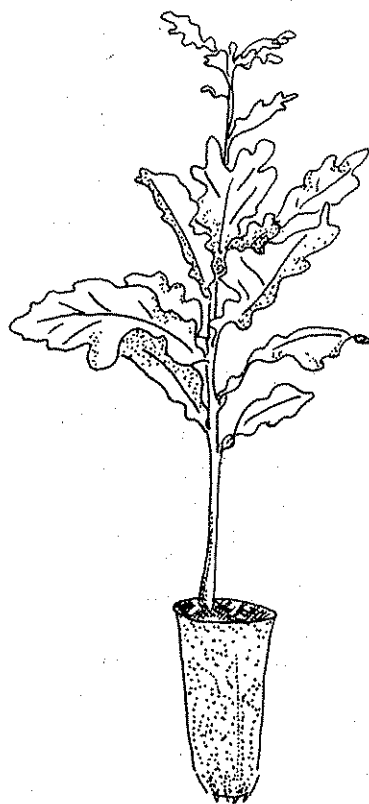
Täckrotplantan har en fördel gentemot barrotplantan eftersom skadorna på rotsystemet blir mindre vid utplanteringen. Hos täckrotplantan behålles rotsystemet mer eller mindre intakt, beroende på odlingssystemets utformning. Rottillväxten kan fortsätta relativt ostört efter förflyttning från plantskolan ut i fält vilket i många fall lett till en bättre etablering (Davis & Whitcomb, 1975). Barrotplantan får en stor del av finrötterna bortslitna vid upptagning i plantskolan. De rötter som finns kvar planteras ofta i en klump eller kröks i planteringsgropen (Örlander & Gemmel, 1979).

Täckrotplantan har även tekniska fördelar gentemot barrotplantan. Samuelsson (1982) anger t.ex.:

- * Lägre areal- och arbetskraftbehov i plantskolan.
- * Goda möjligheter att kontrollera och reglera plantodlingsmiljön.
- * Högre plantutbyte per kilo frö.
- * Kortare produktionstid som ger bättre möjlighet att anpassa plantproduktionen till behovet i fält.
- * Längre planteringssäsong.
- * Möjlighet till ergonomiskt riktigare planteringsmetoder.
- * Lättare att hantera och plantera för ovan arbetskraft.

Täckrotodlingen är mest känd och utvecklade inom skogsbruket där stora mängder barrträd årligen produceras som täckrotplanter. Tekniken är dock även inom skogsbruket rätt ung. I vårt land har täckrotodling förekommit sedan slutet av 60 - talet och sedan dess har antalet producerade täckrotplanter inom skogsbruket ständigt ökat (Samuelsson 1982).

Produktion av lövträd, i stort sett bara björk, har i vårt land påbörjats i



Figur 2.
Täckrotplanta EK.

försöksskala under åren 1986 och 1987 i ett 10-tal skogsplant-skolor. I Finland har dock täckrotplantor av björk odlats en längre tid (Raulo 1987). Annars får man gå till andra sidan Atlanten för att finna täckrotodling av lövträd. I Canada och USA är det främst de växtslag som är intressanta för skogsbruket som odlas (Tinus & McDonald 1979, Balmer 1974, Forbes & Barnett 1974, Tinus 1974). Bland växtslag som nämns i amerikansk litteratur finns olika arter av ek, valnöt, ask, poppel, eucalyptus mm. Uppgifterna är rätt knappa om försöks- och odlingsresultat.

4 ATT ODLA TRÄD OCH BUSKAR I KONTROLLERAD MILJÖ.

Täckrotodlingen gör det möjligt att utnyttja växthus eller till och med odlingskammare för att skapa en gynnsam odlingsmiljö för plantorna. Man kan göra sig mer eller mindre oberoende av uteklimatet beroende på växthustyp.

Optimal tillväxt nås när alla de kritiska miljöfaktorerna är kontrollerade samtidigt. Genom att styra klimatet kan plantans utveckling skyndas på eller hämmas (Krizek et al 1968). Betingelser under groning och under första tiden i plantans utveckling har ett grundläggande inflytande på plantans fortsatta öde (Krizek et al 1968). Därför är det en god anledning att utnyttja växthus åtminstone under den första tiden av kulturen. Fördelar är att produktionen kan styras efter ett uppgjort schema och odlingstiden kan förkortas. Växthuset kan vara enkla kallväxthus eller mer avancerade varmväxthus beroende på hur lång odlingssäsong som ska utnyttjas och vad som bedöms som lönsamt. Vanligen används de något enklare och billigare plastväxthusen till plantskoleproduktion. Ljusintensiteten blir lägre i sådana hus men ljuset är troligen inte den begränsande faktorn vid småplantproduktion.

Vid groning av plantor som senare ska omskolas kan odlingskammare vara ett alternativ. Där kan man på en liten yta odla groddplantor under optimala betingelser. På så sätt utnyttjas fröpartiet bättre eftersom plantutbytet kan öka om betingelserna förbättras vid groning.

Det är även möjligt att fröhanteringen skulle kunna ge ännu bättre resultat i form av högre och jämnare groning om tex. stratifieringsmiljön kunde styras bättre.

5 TÄCKROTSYSTEM - VILKET SKA VÄLJAS?

På den svenska marknaden finns ett tiotal olika täckrotsystem (Samuelsson 1982, Norrfalk 1982). Sedan Samuelsson skrev sin översikt 1982 har några nya system börjat säljas och några gamla försvunnit ur marknaden. Plantsystemen är utvecklade främst för barrträdproduktion men kan naturligtvis användas även till lövträdproduktion. Men tanke på att vissa lövträd har ett rotsystem som betydligt skiljer sig i växtsätt och utseende från barrträden, t ex ekens pålrot, måste först täckrotsystemen analyseras med hänsyn taget till vilket eller vilka växtslag som ska odlas. Dessutom måste man tänka på vilken utformning plantskolan har eller ska ha (arbetsmiljö, transporter mm) och vilka krav köparen av plantorna ställer på hanterbarhet vid plantering mm. Här kommer jag bara att behandla täckrotsystemen med utgångspunkt från plantan, de biologiska krav som ska ställas på ett täckrotsystem. Endast de principiella skillnaderna mellan täckrotsystem tas upp, för mer ingående beskrivning av de olika systemen på marknaden hänvisas till Samuelsson (1982), Norrfalk (1982) och de olika försäljarna av odlingssystemen.

5.1 Hur ska plantan se ut?

För att kunna jämföra de olika systemen bör man göra sig en bild av hur slutprodukten plantan, ska vara beskaffad. Norrfalk (1982) har gjort en lista över biologiska krav som plantan bör uppfylla vid odlingens slut. Kraven är uppställda med tanke på barrväxter men kan i stort sett gälla oavsett trädslag.

- * Balans mellan ovanjords- och rot-del.
Rotdelen ska vara tillräckligt stor för att försörja ovanjordsdelen med vatten och näring så att dess tillväxt blir optimal.
Några entydiga mått för detta krav finns inte utan ögat får avgöra. En planta med stabil ovanjordsdel och ett välförde-
lat och finrotsrikt rotsystem är en planta i god balans (Norrfalk 1982). Alla de av Norrfalk provade systemen kunde producera en planta i god balans. Liten rotvolym i förhållande till skottvolymen leder ofta till en sämre överlevnad och tillväxt efter utplantering. Rottillväxten kan helt enkelt inte försörja ovanjordsdelen (Brix & van den Driessche 1974).
- * Stabil och robust ovanjordsdel.
Stammen ska vara styv och rak. Det ideala utseendet måste specificeras med hänsyn till arten som odlas. Än så länge finns inga normer för täckrotodlade lövväxter. Vilka plantstorlekar som ska odlas är också en ännu obesvarad fråga. Det gäller att hitta en plantstorlek som är biologiskt och hanteringsmässigt optimal. Plantstorleken kan styras med planttäthet, substratvolym och odlingsklimat. En stabil och robust ovanjordsdel tål hantering och distribution bättre än vecka plantor. De klarar sig även bättre vid konkurrens under etableringen (Norrfalk 1982).
- * Plantan ska vara i god kondition och i bästa näringsstatus. Detta kan tillfredställas av alla system om de sköts riktigt (Norrfalk 1982).

- * Enkelställd (endast en planta per behållare).
Ej enkelställda plantor medför en rad negativa effekter bl.a. att
 - plantorna blir vekare och gängligare än enkelställda.
 - större risk finns för rotdeformationer med stabilitetsproblem som följd. Även risk för rotstrangulering.
 - större risk finns för angrepp av svampsjukdomar.
 - osymmetriska kronor utvecklas.
 - enkelställning i samband med planteringen sänker prestationen.
 Odlingssystemet måste medge en rationell produktion av en planta per behållare (Norralf 1982).

- * Ingen rotsnurr eller annan allvarlig rotdeformation.
Inom skogsbruket har man haft problem med täckrotsystem som har gett upphov till rotsnurr. När rötterna når ner till behållarbotten följer de behållarväggen horisontellt och om de inte stöter på motstånd kan de snurra flera varv. Denna defekt finns kvar efter plantering och kan fortsätta även efter att behållarväggen tagits bort. Förankringen i marken blir dålig. För att motverka rotsnurr har de flesta fasta behållarna lister på insidan av krukväggen. Dessa lister hindrar horisontal växt, rötterna leds nedåt mot botten av krukan och rotsnurr undviks.

- * Symmetriskt rotsystem med aktiva rotspetsar på alla nivåer.
Rotsystemet ska vara symmetriskt dvs den genomgående huvudroten ska finnas i behållarens mitt och sidorötter ska finnas på alla nivåer. Se figur 3.
God geometri gynnar god etablering och god stabilitet. Rotsystemet ska vara rikt på finrötter och ha en stor andel aktiva rotspetsar. En sådan planta har hög rottillväxtkapacitet dvs en stor förmåga att snabbt skicka ut rötter i den omgivande marken vid plantering (Norralf 1982).
Möjligheten att producera plantor med välutvecklade rotsystem varierar mycket mellan odlingssystemen. Odlingssystem där rötterna får växa fritt utan styrning ger bäst resultat (Norralf 1982, Örländer & Gemmel 1979). De flesta täckrotsystemen har den nackdelen att de aktiva rotspetsarna är få eller felpacerade i krukan. Täckrotplantor odlade på marken eller där rötterna kan växa igenom flera pluggar får ofta rötterna avslitna före planteringen (Örländer & Gemmel 1979). Under senare år har man mer och mer gått över till att odla på upphöjt underlag vilket leder till en luftbeskärning av rötterna.

- * Plantrötter utan hinder vid utplanteringen.
Efter planteringen ska rötterna kunna utvecklas fritt i marken. Rotspetsarna ska befinna sig i den nivå i marken där temperatur och syre-tillgången är optimal (Örländer & Gemmel 1979). I försök med tall och gran har paperpottkrukor undersökts med hänsyn till rotgenomträngningen. Det visade sig att de flesta rötterna växt ut över eller under krukanten och att plantor planterade utan behållarvägg genomgående hade större höjd, diameter samt rotarea jämfört med de plantor som hade behållarväggen kvar (Norralf 1982).



Figur 3. Ej symmetriskt rotsystem (EK), välfördelat rotsystem (ASK).

* Välarmerat substrat.

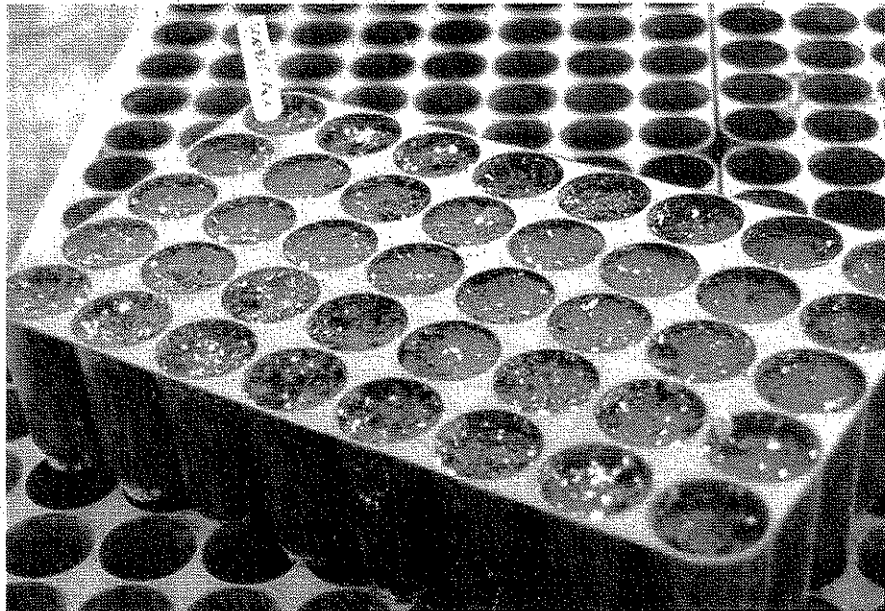
Ska plantan sättas utan behållarvägg är det viktigt att substratet är väl genomrotat och att det har en god sammanhållning. Om substratet inte är väl genomrotat blir plantan svårhanterlig vid plantering och rötterna utsätts lättare för skada.

5.2 Behållarens utformning.

Den enskilda odlingsenheten (substrat plus eventuell behållarvägg) är av störst intresse ur biologisk synpunkt. Det finns ingen ideal behållare men det finns ofta en som lämpar sig bäst för en given produktion och planteringssituation (Tinus & McDonald 1979). Genom sammanvägning av en lång rad faktorer och provodling får man bestämma sig för något system.

Norrfalk (1982) har delat in odlingssystemen i fyra olika grupper efter odlingsenheterens funktion vid odling och plantering:

1. Odlingsenheten har en behållarvägg som möjliggör rotgenomväxt. Plantering sker med behållaren.
2. Odlingsenheten har en behållarvägg som ger stadga åt substratet. Plantorna avlägsnas ur behållaren vid planteringen.
3. Odlingsenheten består av självbärande substrat.
4. Odlingsenheten är avsedd för ytplantering.



Figur 4. Exempel på odlingsbehållare.

Behållarväggen.

Enligt Tinus (1974) ska den ideala odlingsenheten ha en behållarvägg som genast vid planteringen ska kunna penetreras av rötterna eller ännu hellre planteras utan behållarvägg. I plantskolan är det önskvärt att behålla alla rötter innanför behållarväggen så att hela rotmassan följer med till planteringen. Rötterna ska helst inte kunna växa in till angränsande behållare. Behållarväggen ska, om plantan ska avlägsnas ur den, vara så fast att rotgenomträngning förhindras. De aktiva rotspetsarna går annars lätt förlorade och plantan blir svår att få ur behållaren.

Rotbeskärning.

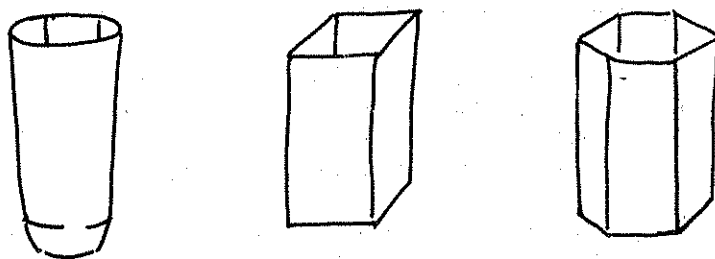
För att hålla rötterna inom behållaren krävs någon form av rotbeskärning. Denna beskärning gynnar även bildandet av nya rotspetsar. Två typer av beskärning kan särskiljas, mekanisk och luftbeskärning. Vid mekanisk beskärning skärs rötterna av vid krukanten med något vasst verktyg. Luftbeskärning sker naturligt då rötterna växer ut i fria luften, rotspetsarna torkar in strax utanför krukan. Luftbeskärning förutsätter att krukorna sätts på upphöjt underlag så att luften har fritt tillträde under krukorna.

Behållarstorlek.

Behållarvolymen är direkt relaterad till den önskade storleken hos plantorna (Tinus & McDonald 1979). Vill man odla en stor planta ska volymen vara stor och vice versa. En stor substratvolym blir svårare att hantera och tar större plats i plantskolan och under transport varför priset per planta stiger. I arbetet med täckrotplantor på Inst. för lantbruksteknik har vi utgått från att producera en relativt liten planta, med en slutlig höjd på ca 20 - 30 cm. Med det utgångsläget har det visat sig att en behållare på ca 100 cm³ räcker. Inom skogsbruket vill man gärna ha en större planta som passar bättre på marker med stor konkurrens från andra växter, t.ex. 60 cm hög björk (Raulo 1987). Plantstorleken avgörs alltså i viss mån av den blivande växtplatsen. Många av täckrotsystemen har behållare i flera storlekar.

Behållarens utformning i rymden.

De behållare som säljs idag har formen som en cylinder, omvänd kon, stav eller liknande se figur 5. Formen påverkar rotmassan. Rötterna söker sig nedåt och utåt i behållaren. Stöter roten på en ogenomtränglig vägg böjs den av åt sidan eller nedåt. Kan roten ohindrat följa sidoväggen horisontellt finns risk för att rotsnurr uppstår. Bryts rottillväxten av t ex en list eller ett hörn styrs roten nedåt i behållaren. Detta gör till slut att alla rotspetsar hamnar i botten av behållaren. Detta är ofördelaktigt vid planteringen eftersom de förhållanden som är optimala för rottillväxt inte alltid finns så långt ned i marken (Örlander & Gemmel 1979). Tinus (1974) menar att avsmalnande krukor är ytterligare ofördelaktigt eftersom det blir mindre utrymme för alla rötter som hamnar i botten på behållaren. Avsmalnande behållare är positivt på det sättet att pluggen blir lättare att få ut ur behållaren och substratet hålls kvar vid fyllningen (Tinus & McDonald 1979).



Figur 5. Exempel på behållarnas utformning.

Både diametern och djupet i behållaren påverkar plantan. Enligt Davis & Whitcomb (1975) verkar det finnas ett optimalt djup där rötterna ska beskäras, beroende på växtslag.

6 SUBSTRAT.

En lång rad substrattyper, enkla eller sammansatta, finns på marknaden idag. Generellt sett bör substrat för förökningsändamål ha följande egenskaper (Hartmann & Kester 1983):

- * Mediet ska vara tillräckligt stabilt för att hålla fröplantan under groning. Volymen ska vara relativt konstant vare sig substratet är vått eller torrt. Stor krympning är inte önskvärd vid torkning.
- * Det måste behålla tillräckligt med fuktighet så att vattning inte behöver vara alltför ofta förekommande.
- * Det ska vara tillräckligt poröst så att överflödigt vatten kan dräneras bort samt att god genomluftning tillåts.
- * Det ska vara fritt från ogräs, nematoder och patogener.
- * Det får inte ha för hög salthalt.
- * Det ska kunna pastöriseras utan skadlig effekt.

Vid täckrotodling tillkommer några speciella krav. En viktig faktor är att substratet ska vara lätt. Därmed utesluts markjord och sand som möjliga substrat (Tinus & McDonald 1979). Substratet bör även vara enkelt att fylla krukorna med och lätt att hantera i övrigt.

Substratet bör ha tämligen konstanta fysikaliska och kemiska egenskaper samt finnas tillgängligt i stora kvantiteter och vara billigt (Rudin 1979). Med alla dessa krav riktas intresset mot några få typer av substrat. Skillnaden mellan fabrikat kan dock fortfarande vara mycket stor.

Torv.

Torv är den mest använda beståndsdel i substrat som används i täckrotodlingar idag. Hartmann & Kester (1983) beskriver enligt följande: Torven har hög vattenhållande förmåga, ca 10 till 20 gånger sin egen vikt men har även en god lufthållande förmåga om humifieringsgraden inte är för hög. I sig är torven relativt steril och har liten volymvikt. Torven innehåller i sig mycket litet växttillgänglig näring och har ett lågt pH (pH ca 3,5 - 4,0). Den jonbindande förmågan är dock god (Rudin 1979).

Torv är dock ingen enhetlig vara, många olika kvaliteter finns på marknaden. Den torv som lämpar sig bäst om kraven ovan ska fyllas och speciellt punkten om tillräcklig porositet är torv av lågförmultnad typ med humifieringsgrad mellan 3 - 5.

Torven bör inte innehålla klumpar eller långa trådar eftersom krukorna kan bli svåra att fylla. Ett problem med ren torv är att den lätt blir för tät, luftvolymen blir för liten. Därför blandar man upp den med något annat poröst material, perlite, vermiculite mm. Ett annat problem är att en del torvtyper gärna krymper och blir svåra att vattna upp efter uttorkning.

Torv + vermiculite.

Försök gjorda i USA med arter av gran och tall gav resultatet att sphagnumtorv och vermiculit gav minst 30% större plantor än andra testade medier. Utplanterade plantor klarade sig också bäst med denna blandning. Volymförhållandet mellan torv och vermiculit var 1:1, förhållandet 3:1 har också visat sig gynnsamt (Phipps

1974). Även andra amerikanska författare nämner torv plus vermiculit som den bästa och mest använda blandningen (Brix & van den Driessche 1974, van Erden 1974).

Vermiculite är ett i hetta expanderat mineral som är mycket lätt, med neutral reaktion och med goda buffringsegenskaper. Magnesium och kalium finns växttillgängligt i vermiculite. Det kan absorbera stora kvantiteter vatten ($400-450 \text{ dm}^3/\text{m}^3$) och har relativt hög katjonbyteskapacitet (Hartmann & Kester 1983). Använda partikelstorlekar ligger kring 2 - 3 mm (Tinus & McDonald 1979).

Torv + perlite.

Perlite kan användas istället för vermiculite för att hindra torven från att bli för kompakt. Perlite görs av lava som får expandera i hetta, därvid bildas små vita kulor som är mycket lätta. Perlite är neutralt i reaktionen, sterilt, utan buffringsförmåga och katjonkapacitet. Det innehåller ingen näring. Perlite kan hålla tre till fyra gånger sin egen vikt i vatten (Hartmann & Kester 1983). Perlite kan blandas i torven upp till 50 %. För mycket gör att substratet inte håller samman.

Torv + leca.

Leca är ett keramiskt material som används i en del jordblandningar. Lecan har goda fysikaliska egenskaper och låg volymvikt vilket gör att det kan vara ett alternativ till perlite (Rudin 1979). Perennaodlare använder leca i storleksklassen 2 - 4 mm som strukturförbättrande material (Rudin pers. meddelande).

Torv + lera.

Lera finns inblandat i "enhetsjord". Leran har god näringshållande förmåga men bidrar inte till den lufthållande förmågan. Leran är tung och har inte någon större användning vid täckrotodling.

Kalkning och grundgödsling.

Torven är i sig sur och näringsfattig. För att vara ämnad som odlingsmedium bör den kalkas och eventuellt gödslas upp. Rekommendationer för kalkning varierar betydligt, generellt varierar tillsättningen mellan 3 - 6 kg kalk (handelsvara) per m^3 odlingsmedium (van Eerden 1974). Iakttagelser har gjorts att mindre mängd kalk ger bättre rottillväxt innan stamtillväxten kommer igång (van Eerden 1974). Svenska skogsplantskolor ges rekommendationen 2 kg/ m^3 med dolomitkalk. Dolomiten tillför både kalcium, Ca, och magnesium, Mg, som då inte behöver tillsättas med näringslösningen (Göransson pers. meddelande). Grundgödsling kan göras med en liten mängd fullgödsel, ca 0,5 kg/ m^3 .

Stenull.

Stenull är ett självbärande substrat som bl.a. har testats för barrväxtproduktion (Örlander & Gemmel 1979, Samuelsson 1982, Norrfalk 1982). Stenull används mycket inom prydnadsväxtodling och köksväxtodling under glas. Det är ett inaktivt substrat med god vatten- och lufthållande förmåga. Stenullen kräver dock konstant och noggrann styrning av vatten- och näringstillförsel, eftersom den inte har någon näringslagrande eller buffrande förmåga. I Danmark har större stenullskuber använts i plantskolor men stenullen har ej mottagits positivt i det följande ledet, gardencenters, på grund av att det är mycket mer skötselkrävande än andra substrat (Rudin 1979). Erfarenheterna³ från barrträdsodling är små. Små kuber av stenull (ca 2 cm³) kan dock vara intressanta som medium för att dra upp groddplantor för omplantering.

Även andra substrat kan vara intressanta t.ex. olika typer av bark och kompost. För att ta reda på det substrat som ger bäst resultat får man prova sig fram, kruktyp, art och växtmiljö avgör vilket substrat som passar bäst (Tinus & McDonald 1979). Symptom beroende på fel luftning och dränering kan vara (Tinus & McDonald 1979):

- * För väl-dränerad och luftad blandning: Substatet faller ut ur bottenhålet, rotpluggen håller ej samman, vattning måste ske mycket ofta, plantor med tillväxthämning.
- * För lite dränering och luft i blandningen: substratet verkar vattensjukt, torkar långsamt, alger på ytan ofta förekommande, rotröta och plantor hämmade i växten, ibland med kloroser.

7 SÅDD.

De lövträd och buskar som odlas till landskapsändamål representeras av en bred skala av frötyper som kräver olika behandling före och under sådd och groning. Många arter karaktäriseras av att fröerna har frövila. Fröbehandlig före sådd och problematiken kring den kommer närmare att behandlas under kapitel 9.

Allmänt kan sägas att endast frö av god kvalitet bör användas. Varje odlingsbehållare representerar ett värde vare sig det växer en planta i den eller den är tom. Det är därför angeläget att få så många behållare fyllda med plantor som möjligt för att bäst utnyttja övriga resurser i form av växthusyta, substrat, arbete mm.

Snabb groning är önskvärd eftersom risken för skador av svamp, insekter mm minskar om den unga plantan snabbt kommer förbi det stadium då den är som känsligast. Genom odling i kontrollerad miljö kan betingelserna göras så gynnsamma som möjligt för groning.

7.1 Metoder vid sådd.

Det finns flera tillvägagångssätt när det är dags för sådd. Valet av metod bestäms till stor del av fröslaget och tillgängliga resurser. Den första frågan man ställer sig är om fröerna ska sås direkt i den slutliga odlingsbehållaren eller om fröet ska sås ut i sålådor och småplantorna skolas i behållarna?

7.1.1 Direktsådd i behållare.

Vid direktsådd placeras fröet eller fröerna direkt i odlingsbehållaren. Direktsådd förutsätter att groningen kommer att ske jämnt så att det inte blir ojämn konkurrens mellan växterna. Arbetet kan göras manuellt eller med såmaskin om sådan finns som passar för fröslaget och täckrotsystemet ifråga. De såmaskiner som finns utvecklade idag för täckrotodling är avpassade för tall- och granfröets utseende eller pelletterat frö. Vilken teknisk metod som än används måste det avgöras hur många frön som skall sås per behållare, enkelkornsådd eller flerkornsådd?

Enkelkornsådd.

Sådd av ett enda frö per behållare, så kallad enkelkornsådd, kräver mycket hög kvalitet hos fröet. I skogsplantskolor ligger kravet på 95 % grobarhet (Nygren 1986). En sådan hög grobarhet är svår att uppnå direkt på lövträdsfröer och sorterings- och konditioneringsmetoder måste först utvecklas för de skilda fröslagen.

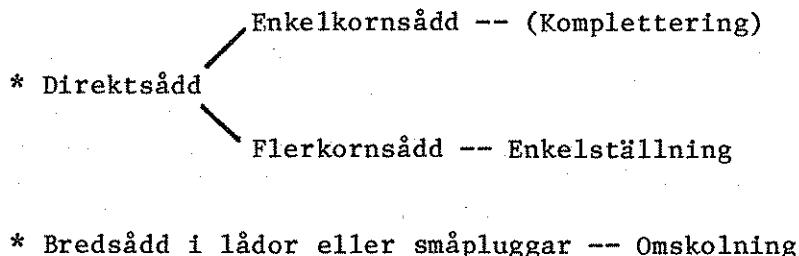
Små fröer tex björk och al bör pelletteras för att hanterbarheten ska bli rimlig vid enkornsådd. Fröer som inte har någon frövila eller där frövilan snabbt kan bytas går bra att grobarhetstesta men med de fröslag som tex kräver flera månaders stratifiering och som har lång groningstid kan det vara problematiskt att utföra en vanlig grobarhetstest. Är man osäker på grobarheten kan det vara bättre att så flera fröer i en behållare.

Flerkornsådd.

Flerkornsådd innebär att flera fröer läggs i varje behållare. Detta leder till att flera frön kan gro och därmed får man ett arbete med att enkelställa plantor. Enkelställning innebär att en planta per behållare tillåts stå kvar, övriga tas bort. Det optimala antalet frön per behållare kan räknas fram om grobarheten är känd. Dataprogram finns utarbetade som med sannolikhetsberäkningar tar fram det optimala fröantalet som ska sås med hänsyn taget till kostnader för frö, sådd, tomma behållare och enkelställningsarbete (Space & Balmer 1977).

7.1.2 Plantor till omskolning.

Bedöms fröet ha en låg grobarhet eller groning som är utsträckt över lång tid kan det vara bättre att så fröet och skola ut småplantorna när de nått en viss storlek. Man kan bredså fröet i lådor eller så enskilda frö i små kuber av torv eller stenull. På så sätt får man många frön på en liten yta och kan även utnyttja sig av groningskammare där groningsmiljön kan styras bra. Omskolning av plantor har vissa fördelar eftersom omskolningsmomentet ger möjlighet till en tidig sortering av plantmaterialet. Det finns ibland fröpartier innehållande frö som ger abnorma plantor. Sådana och svaga plantor slängs. Jämnstora plantor kan skolas i samma krukset och på så sätt blir konkurrensvillkoren lika för alla plantor. Har man ett fröparti som gror utsträckt över en lång tid kan plantor som grott ungefär samtidigt sättas tillsammans.



Figur 6. Direktsådd eller bredsådd.

Sådd med förgrodd frö är en metod som kan placeras in mellan direktsådd och omskolning. Frön med tydlig grodd sorteras fram ur ett fröparti och läggs till groning direkt i täckrotkrukan. Kommersiella metoder finns redan för vissa fröslag (ej med frövila) bl.a. kan nämnas "fluid-drilling" där fröet gror och sås ut i en geléaktig massa.

7.2 Groningsmiljön.

Mycket går att vinna genom att ge de rätta groningsbetingelserna åt fröet. Det är främst mikromiljön man bör beakta, dvs. miljön alldeles i närheten av fröet (Mayer & Poljakoff-Mayber 1982). En lång rad faktorer påverkar groningen; temperatur, vattentillgång, syretillgång, förekomst av andra organismer mm. Att hålla en lämplig temperatur och en god och jämn fuktighet är ett krav för

att erhålla en säker groning (Hultén 1985). I det följande förutsätts att endast frö av god kvalitet används. Friskt frö som behandlats enligt gängse metoder för fröslaget ifråga.

7.2.1 Temperatur.

Temperaturen för optimal groning ligger för många växtslag betydligt högre än den optimala odlingstemperaturen. Både groningsprocent och groningshastighet påverkas av temperaturen (Hartmann & Kester 1983). Groningsprocenten är rätt konstant över ett brett temperaturområde om tid ges för groning dvs vid högre temperatur uppnås slutlig groningsprocent snabbare än vid låg temperatur (Hartmann & Kester 1983). Optimum för groningsprocent sammanfaller inte alltid med optimum för groningshastigheten. Det beror på att frö även försämras snabbare vid temperaturer som ger snabbare groning (Gordon 1973). Groningshastigheten är låg vid låga temperaturer och ökar med stigande temperatur. Hastigheten följer en kurva som når ett optimum där groningen går som snabbast, sedan avtar hastigheten tills temperaturer som är letala (dödliga) uppnås. Denna kurva följer generellt sett kurvan för hastigheten på kemiska reaktioner (Hartmann & Kester 1983).

Torra frön är ofta mycket temperturtåliga, det utnyttjas bl.a. vid hetvattenbehandling (se kap 9). Imbiberade (svällda) frön har en undre och övre temperaturgräns för groning. Gränserna för många toleranta växter ligger mellan 4.5 till 30 - 40°C (Hartmann & Kester 1983). Arterna kan delas in i grupper efter temperaturkraven:

- * Arter känsliga för groning i för hög temperatur. Temperaturer över ca 25°C leder till inducering av sekundär vila. Exempel : Acer spp, Malus spp, Pyrus spp, Prunus spp. (Heit, ur Hartmann & Kester 1983).
- * Arter som kräver hög temperatur för att ge normala plantor. Detta gäller främst för arter med subtropiskt eller tropiskt ursprung. Under 10-15°C finns risk för skador på embryot. Björkfrö vill ha en jordtemperatur kring 20 - 25°C för bästa groningsresultat (Krüssmann 1981).
- * Arter som kräver alternerande temperatur under dygnet. Ex Rosa multiflora. Fluktuationerna bör överskrida 10 grader.

Hatano & Asakawa (1964) påpekar att temperaturkraven varierar med hänsyn tagen till de inre förhållandena i fröet (stratifiering, ålder på fröpartiet, proveniens). Detta har empiriskt bl.a. visats genom att frö vid förlängd stratifiering gror även vid så låg temperatur som används vid stratifieringen (5°C).

Mycket av kunskapen om minimum-, maximum- och optimumtemperaturer har skaffats vid frötestning där gynnsam odlingsmiljö erbjuds och frön behandlas under vissa standardiserade betingelser. Endast lite är känt om vilka temperaturer frö som genomgått kallstratifiering ska ha för groning (Judin 1970). Judin fann att 10°C var den optimala groningstemperaturen för några olika arter efter stratifiering. Med ökande stratifieringslängd ökar groningsenergin och groning blir möjlig i ett vidare temperaturområde (0 - 25°C). Även groningsprocenten ökar med förlängd stratifiering. Den optimala groningstemperaturen låg över den optimala temperaturen för stratifiering hos alla arter.

7.2.2 Vattentillgång.

Fröets vatteninnehåll är en mycket viktig faktor som kontrollerar groningen. Även vatteninnehållet påverkar både grobarheten och groningshastigheten enligt flera källor (Hartmann & Kester 1983). Vattenhalt under 40 - 60 % av friskvikt ger ingen groning. Lite vatten ger långsam eller ingen groning. För mycket vatten har också negativa konsekvenser då syretillgången minskar till fröet. Frön med inhibitorer (groningshämmare) som ska lakas ur innan groning gynnas av en högre vattenhalt.

Att upprätthålla en lagom fuktighet är speciellt svårt om fröet sås ytligt i eller på jorden. Just i gränsskiktet mellan jord och luft är mikromiljön mycket växlande. Tillgängligheten på vatten beror dels på texturen i substratet (förhållandet mellan porvolym och fasta beståndsdelar i substratet), hur god kontakten är mellan frö och substrat och dels på hur mycket lösta ämnen det finns i markvätskan (Hartmann & Kester 1983). Fin textur (många små porer) nära fröet och god kontakt mellan frö och jord sörjer för kontinuerlig tillförsel av vatten till fröet. Mycket lösta ämnen i vattnet gör att den osmotiska potentialen höjs och vattnet blir mer svårtillgängligt för fröet. Höga salthalter t.ex. som en följd av gödsling bör undvikas eftersom det kan hämma groningen (Hartmann & Kester 1983). Luftens relativa vattenhalt och temperaturskillnader påverkar avdunstningen från substratytan. Med återkommande dimbevattningar kan substratytan hållas fuktig och luftfuktigheten höjas (Hultén 1985). Temperaturhöjningar t.ex. vid solinstrålning kan snabbt leda till uttorkning p.g.a. ökad avdunstning.

På skogsvetenskapliga fakulteten har en studie gjorts för att granska effekterna av makromiljöns (växthuset) respektive mikromiljöns (täckning och fröhål) inverkan på groningsresultatet hos granfröpartier med olika groningsenergi (Hultén 1985). Det visade sig att groningen signifikant blev sämst i de led som hade sämst fuktighetstillgång, dvs. låg relativ luftfuktighet under dygnet (80% natt, 50% dag) i kombination med sådd direkt på substratytan utan täckning. Å andra sidan tydde motsatsen, hög relativ luftfuktighet (95 % natt, 70 % dag), fröhål och täckning på en viss överoptimal fukttillgång. Fröhål var den faktor som ensam gav bäst resultat. Det fröparti med lägst groningsenergi reagerade starkast med sämre groningsresultat i både för hög och i synnerhet låg fuktighet.

Dusek (1973 ur Wang, Pitel, Webb 1982) undersökte effekterna av att upprätthålla optimala fuktighetsförhållanden i jorden och fann öknings i groningen på bl.a. 162 % för *Tilia cordata* och 235 % för *Alnus glutinosa* jämfört med ett ovattnat kontroll.

Blötläggning av frö strax innan sådd s.k. stöpning är en i praktiken använd metod för att förbättra fröets groningsmöjligheter. Blötläggningsen bör ej vara längre än 24 timmar för de flesta fröslag då det finns risk för skador p.g.a. aktivitet av mikroorganismer och syrebrist (Hartmann & Kester 1983).

7.2.3 Syretillgång.

Syre krävs för respirationen (andningen). Generellt sett är syreupptagning ett mått på den metaboliska (ämnasomsättande) aktiviteten. Just vid groningsinledningen sker en markant ökning

av syrebehovet eftersom de metaboliska processerna startas upp (Hatano & Asakawa 1964). Risken för syrebrist är större vid högre temperaturer dels p.g.a. att syrekonsumtionen ökar i fröet och dels därför att lösligheten i vatten minskar för syrgasen. Hög vattenhalt i kombination med hög temperatur bör därför undvikas.

7.2.4 Ljus.

Ljus är en viktig faktor som påverkar groningen hos en del arter (Wang, Pitel & Webb 1982). Ljusintensiteten har relativt liten effekt på groning men både daglängd och våglängd har uttalad effekt. Bland våra inhemska växtslag har släktena *Alnus* och *Betula* ljuskänsliga frön. Se vidare avsnittet om frövila i kap 9.

7.3 Såtidpunkt.

Vid sådd på friland har man varit hänvisad till två såtidpunkter på året, våren eller hösten. Vårssådd är det vanligaste, sådden sker så tidigt som möjligt men styrs till viss mån av förekomsten av frost. Höstsådd sker av sådana arter som gror tidigt och som ej är så frostkänsliga. Med tillgång till växthus kan såtiden förlängas och sådd kan i stort sett ske året om. Den plantskolepraxis som råder är grundad på frilandssådd och erfarenheterna är mycket små från varierande såtider. Plantstorleken kan i viss mån styras med såtid då en tidigt sådd planta har längre växtsäsong och kan bli större och vice versa.

I viss mån styrs såtiden även av fröslaget. Till arter som måste sås tidigt hör bl.a. *Populus tremula*, *Salix* och *Ulmus*. Dessa frön mognar tidigt under sommaren och fröet får inte torka före sådd (Krüssmann 1981). De förlorar snabbt sin grobarhet om de inte sås direkt.

I ett försök med björk redovisar Björkroth & Hultén (1973) att det är möjligt att driva upp två omgångar 8 - 10 cm långa fröplanter i ett mellannorrländskt plastväxthus. Sådd skedde i mitten av maj och början på juli. Den första såddomgången nådde ett givet värde på tillväxten (bladvikt) senare än andra omgången, 30 resp 25 dagar. Tillväxten därefter blev dock snabbare för den första sådden. Detta var förväntat då ljuset är den produktionsfaktor som först minskar plantornas tillväxt. Om två eller flera såddomgångar ska produceras är det viktigt att groningen är koncentrerad i tiden. En tidig gröningsstart gör att den tillgängliga odlingsperioden blir längre eller att den totala odlingstiden kan förkortas. En tidig och samlad groning medför även andra fördelar t.ex. kortare exponeringstid för fallsjukesvampar och jämnare plantkvalitet (Björkroth & Hultén 1973).

I försök med såtider får man ta hänsyn till växtens årliga tillväxtrytm om inte tilläggsbelysning och -värme används. En undersökning utförd av Koski & Selkäinaho (1982) behandlar den sammanlagda effekten av ljusperiod och värmesumma på fröplanter av björk. De fann att den aktiva perioden (tillväxtperioden) inte styrdes av några fixerade kritiska värden utan att den var påverkbar med flera faktorer; fotoperiod, värmesumma och även näringstillförsel. I korta drag gav deras undersökning resultatet att tillväxten, som fortgår självständigt, påverkades av temperaturen genom förändring av hastigheten. På sensommaren när tillväxthastigheten är i avtagande och är för långsam i förhållande

till den tilltagande nattlängden, avslutas tillväxten. Det finns dock inget kritiskt värde för nattlängden. Känsligheten för nattlängd ökar gradvis mot slutet av tillväxtperioden. Å andra sidan vid kortare växtsäsong (senare sådd) påverkar gradvis ökande nattlängd tillväxten tidigare under den aktiva perioden.

8 TILLVÄXTFASEN.

Tillväxten börjar egentligen redan när celldelning och cellsträckning i fröet sätter igång. Men i praktiskt bruk sägs groningen pågå tills hjärtbladen är synliga och därefter börjar tillväxtfasen. Den definitionen kommer att användas i detta sammanhang.

Som tidigare har nämnts förändras kraven på miljön när groningen är avslutad. Plantan lever inte längre på lagrade resurser utan blir självförsörjande. En känslig period uppstår då fröets resurser är förbrukade samtidigt som den lilla plantan fortfarande inte har någon större kapacitet att producera egen energi p.g.a. liten bladmassa och litet rotsystem. I detta stadium angrips planorna lätt av fallsjuka och andra förökningssvampar och de är känsliga för stora förändringar i miljön. När groddplantan väl etablerat sig blir plantan tåligare för yttre påfrestningar, dock inom rimliga gränser.

Tillväxtfasen avslutas med att plantan bildar knopp och går in i vintervila. När vintervilan är uppnådd måste en kylperiod av viss längd först genomgå innan en ny tillväxtperiod kan starta.

Kramer och Kozlowski (1979) skiljer ut olika tillväxtmönster (bladproduktion) hos skilda arter av lignoser. De nämner denna skillnad i samband med äldre plantor men mönstren kan redan urskiljas hos de unga plantorna.

- * En del arter producerar bladmassa kontinuerligt under säsongen. Exempel björk, avenbok och al.
- * Några arter växer i omgångar - flusher. Ett bra exempel är ek som normalt producerar 1 - 2 bladomgångar per säsong.
- * En tredje grupp får maximal bladyta tidigt på säsong. Några exempel ur denna grupp har jag inte kunnat finna hos fröplantor.

8.1 Tillväxtstyrning.

Genom att använda växthus eller växtkammare kan tillväxten numera styras utöver den normala årsrytmen. Sådan extrem tillväxtstyrning visar på många möjligheter men kommer inte att behandlas här utan jag förutsätter att den normala årsrytmen följs.

Tillväxten påverkas av de yttre tillväxtfaktorerna ljus, vatten, näring, värme och förekomst av patogener. Då effekten av dessa oftast inte är omedelbar krävs en noggrann planering av odlingen med förutseende för den naturliga tillväxtrytmen. Tillväxtstyrning är ett mycket komplicerat företag eftersom de bakomliggande verkningarna av tillväxtfaktorerna är lite kända. I det följande kommer jag att ta upp tillväxtfaktorena en och en, men egentligen är det samspelet mellan dessa som ger resultaten.

8.1.1 Temperatur.

I texten nedan förutsätts att plantorna får gro och tillväxa första tiden i växthus där temperaturreglering till viss del är möjlig. En första tid i växthus gör att plantorna kommer igång och växer men en senare utsättning på friland är nödvändig för

att växterna ska invintra ordentligt.

Rekommendationer för optimal odlingstemperatur finns inte angivna för de flesta växtslagen. De flesta av våra inhemska lignoser växer inom ett mycket vitt temperaturområde men med varierande tillväxthastighet. Temperaturen påverkar hela växten, dock kan rötterna ha andra krav än den ovanjordiska delen. De processer som påverkas i växten är främst respiration, transpiration och fotosyntes (Kramer & Kozlowski 1979). Det gäller att finna ett temperaturläge som som i samspel med övriga faktorer ger en väl balanserad planta där tillväxten vare sig ränner iväg eller helt enkelt går för långsamt. Att temperaturkraven varierar mellan olika arter vilket visas i en lista över optimumtemperaturer för en rad barrväxter sammanställd i Tinus & McDonald (1979). Den enda lövarten i listan är *Quercus macrocarpa* där dagtemperaturen rekommenderas att sättas till 31°C med variation mellan 26-32°C och nattemperaturen 19°C med tillåten variation mellan 17-26°C.

8.1.2 Bevattning.

Vattningen är bland det svåraste att styra. Vattenförbrukningen bestäms av avdunstning och transpiration. Automatisk bevattning är nästan ett krav vid täckrotproduktion eftersom bevattningen är mycket tidkrävande till behållarna. Varje behållare måste få en tillräcklig mängd vatten vilket gör att en viss övervattning är nödvändig då de enskilda pluggarna torkar upp olika snabbt. Hart & Hanover (1979) nämner dock övervattning som orsak till en betydande del av misslyckanden med odlingen, och de anger det önskvärt med någon slags mätutrusning för jordfuktigheten. Angående vattning måste påpekas att substratvalet är av stor betydelse, se kap 6.

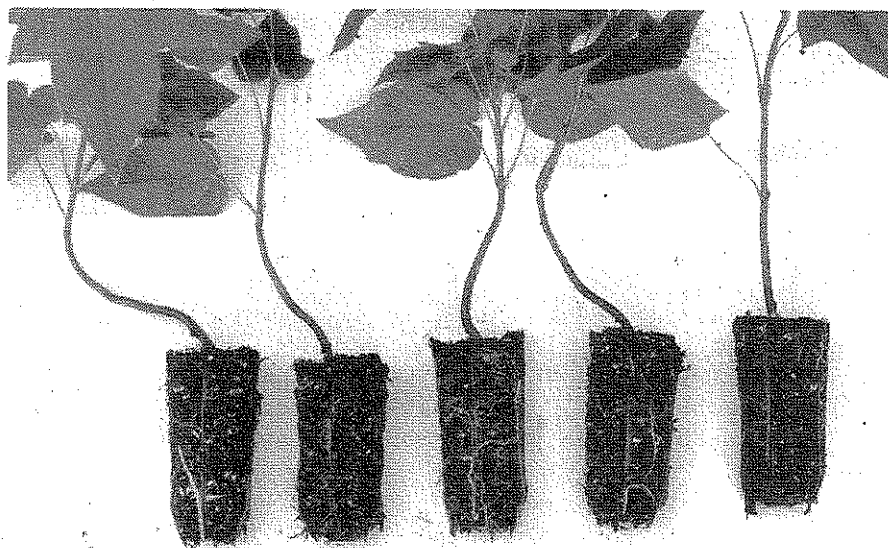
Pluggarna får aldrig tillåtas torka ut, speciellt torv är mycket svårt och tidskrävande att vattna upp igen. Torka leder snabbt till permanenta rotskador (Kramer & Kozlowski 1979). De flesta rötterna befinner sig också nära krukväggen, där torven torkar ut först. Man ska inte låta sig luras av att substratytan är våt, i botten av krukan kan det fortfarande vara helt torrt. I många täckrotsystem är det just i krukbotten de aktiva rotspetsarna finns och det blir de som lider störst skada.

Vattentillförseln måste anpassas efter klimatet; ljusintensitet, ångtryck, temperatur och vind som avgör avdunstningen och till viss del transpirationen. Dessutom finns skillnader mellan olika arters behov. Transpirationen påverkas av plantfaktorer såsom bladarea, bladexponering, bladstruktur, rötternas tillgång till vatten och deras förmåga att ta upp vattnet (Kramer & Kozlowski 1979). Enligt Kramer & Kozlowski har den totala bladarean signifikant effekt på vattenförlust genom transpiration, men tjocka vaxtäkta blad och liknande avdunstningsskydd har jämförelsevis lägre transpiration.

Odla flera olika arter bör de grupperas ihop efter vattenbehov. Arter som snabbt fyller krukan med rötter och har stor bladyta får snabbare ett större vattenbehov.

Ett mer och mer uppmärksammat ämne är vattenkvalitet. Även i detta sammanhang måste man påpeka vikten av att använda ett bra vatten. Analyser bör regelbundet tas för att man ska få kännedom om vad som finns i vattnet och om det förändras. Skillnader i känslighet för olika salter finns troligen hos de olika växtslagen.

Den vanligast använda bevattningsmetoden i skogsplantskolor är vattenspridning med bom. Vid utformning av bevattningsanläggning bör man undvika en kraftig vattenstråle ned mot plantorna och jordytan. Det kan leda till att plantorna får en irreversibel (ej tillbakagående) stamkrok när de måste böja sig för vattenstrålen (Hart & Hanover 1979, Hagner 1985). Plantorna är mycket känsliga när de är unga och veka. Dessutom tillkommer nackdelen med jordpartiklar som skvätter upp på bladen och i värsta fall friläggs roten. Vattning bör inte ske mitt på dagen under soliga och heta dagar då plantorna lätt utsätts för en skadlig temperaturchock. Detta kan delvis undvikas med uppvärmt vatten (Hart & Hanover 1979).



Figur 7. Stamböjning (SKOGLÖNN).

8.1.3 Näringstillförsel.

Näringstillförsel sker lättast med bevattningsvattnet. Näring kan tillföras vid varje vattningstillfälle eller med regelbundna mellanrum t.ex. en gång i veckan. Båda metoderna används i skogsplantskolor. Alla lövarterna är mycket känsliga för att få näringslösning på bladen, även i mycket låg koncentration. Därför bör all näringsvattning avslutas med att bladverket sköljs av med klart vatten. Skador av näringslösning visar sig som nekroser på blad eller bladkanter eller som buckliga blad. I värsta fall blir hela plantan brännskadad.

Näringslösningens komposition får grundas på plantornas behov av näring. Behovet är dock för de flesta arter inte känt varför gödningen kan bli en smula chansartad. Den mest utförliga

undersökningen om näringsbehov har utförts av T. Ingestad på främst fröplantor av björk. De näringsnivåer han kommit fram till ger en god vägledning om förhållandet mellan näringsämnen. Hur forskningsresultaten ska användas i praktiken är dock inte klart.

Ingestad (1967) sammanfattar att näringskraven hos en art fastställs av följande parametrar:

- * De kvalitativa behoven - proportionerna mellan näringsämnen som leder till en optimal inre näringsstatus hos plantan.
- * De kvantitativa behoven - optimal kvävetillförsel eller total koncentration av näringsämnena.
- * De absoluta behoven - daglig upptagning av kväve.
- * Den relativa upptagningen av kväve i form av ammoniumjoner (NH_4^+) och nitratjoner (NO_3^-).

För björk har Ingestad (1970) genom försök i näringslösningar funnit att de optimala proportionerna mellan näringsämnen ligger nära följande värden:

N 100
P 13
K 65
Ca 7
S 9
Mg 8.5

Ungefär samma proportioner har även gran, tall och andra arter krävt (Ingestad 1967). Mikronäringsämnen analyserades inte speciellt men följande proportioner befanns inte vara icke-optimala:

Fe 0.7, Mn 0.4, B 0.2, Cu 0.03, Zn 0.03, Cl 0.03, Mo 0.007 och Na 0.003 (Ingestad 1970).

Björk tål att växa i ett brett område vad gäller lösningens totala koncentration. Optimalt område låg dock mellan 400 - 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (konduktivitet) vilket svarar mot 55 - 110 $\text{mg N}/\text{dm}^3$ vid optimal näringstillförsel. Björkarna kan dock utan skador på blad och röttern växa i 200 - 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Ingestad 1971). Toleransen för höga saltkoncentrationer är alltså hög. Med ökande koncentration i näringslösningen ökar det inre näringsinnehållet i plantan men de optimala proportionerna bibehålls dock (Ingestad 1971).

Vid optimum konsumeras kvävekällorna i proportionerna (NH_4^+ -N/ NO_3^- -N) mellan 60/40 och 80/20. Upptagningsförhållandet påverkas av den yttre koncentrationen (Ingestad 1971).

pH-värden mellan 4.0 och 6.8 verkar inte påverka björkplantorna nämnvärt. Inom detta område kan en optimal näringsstatus upprätthållas (Ingestad 1979). Björk verkar dock vara mindre känslig för pH-variationer än de flesta andra växter (Ingestad 1979).

Näringsupptagningen är i första hand beroende på tillväxten som i sin tur är beroende av temperaturen. Det finns ett linjärt samband mellan tillväxten och temperaturen upp till 20°C (Ingestad 1979). Den exponentiellt ökande plantmassan måste tillföras ett exponentiellt ökande näringstillägg. Näringstillförsel ska vara lika stor som upptagningen annars uppstår en akut förändring i den inre statusen och bristsymptom kan visa sig

(Ingestad & Lund 1979). Vid icke optimal näringstillförsel är det främst kvävet som bestämmer tillväxten (Ingestad 1979b).

Brix & van den Driessche (1974) har studerat näringstillförsel till täckrotplantor. De rekommenderar att kalk tillsätts substratet och att övriga näringsämnen tillförs via bevattningsvattnet. Gödningsregimer måste justeras genom tillväxtperioden för att uppnå optimal tillväxthastighet och kvalitet. De utförde experiment i sandkultur med vattning varje till var sjätte timme. De gödningsnivåer som fungerade bäst vid ofta återkommande gödsling var; kväve 28 - 100 ppm, fosfor 1 - 24 ppm, kalium 20 - 126 ppm, kalcium 40 - 150 ppm, magnesium 10 - 50 ppm, och svavel 20 - 150 ppm. Vid mer sällan förekommande gödsling rekommenderas högre koncentrationer; kväve 56 - 300 ppm, fosfor 31 - 250 ppm, kalium 30 - 320 ppm, kalcium 75 - 320 ppm, magnesium 48 - 173 ppm och svavel 50 - 280 ppm. I vanlig odling påpekar man dock att hänsyn måste tas till substratets egenskaper. Näringslösningen kan inte direkt bestämmas efter experiment i sandkultur. Kvoten N/P ska dock alltid vara större än eller lika med 1 och P/K nästan alltid mindre än 1.

Plantor plus mikroorganismer måste gödslas i de fall där man använder ett substrat eller kruka (ex papperskruka) i stark nedbrytning. Mikroorganismerna använder samma näringsämnen som växterna och således uppstår konkurrens om inte näring finns i tillräcklig mängd. Det är framför allt kväve som konkurrensen blir stor om.

8.1.3.1 Gödningsregimer.

I början av odlingen ska gödslingen gynna en snabb tillväxt medan den i slutet av odlingssäsongen ska medverka till en god kvalitet hos plantan så att den motstår frost och vintertorka. Gödslingen ska dessutom ge en ökad potential för tillväxt och överlevnad vid etablering i fält (Brix & van den Driessche 1974). Det finns en uppfattning om att kvävegivan ska minskas under sensommaren för att invintringen ska bli god (Brix & van den Driessche 1974, m.fl.). Hur den gradvisa nedtrappningen i näringstillförsel ska utföras får bli föremål för mer forskning. En ökning av kaligivan anses påverka plantan att bättre kunna motstå tork- och köldstress (Christeresson, pers medd). Vanligt är att minska N-givan i slutet av sommaren medan fosfor och kalium hålls konstant eller ökas. Efter knoppsättning kan N ökas igen (Brix & van den Driessche 1974). Rottillväxt fortsätter i många lignoser även efter knoppsättning så länge marken håller en temperatur som tillåter det. I försök med *Taxus* och *Forsythia* gynnades rottillväxten vid sen gödsling med NPK. Skottproduktionen fördubblades sedan på våren. Ökad kaligiva minskade vinterskadorna (Brix & van den Driessche 1974).

8.1.3.2 Bladgödsling.

Det finns växtslag som eventuellt behöver bladgödsling med t.ex. magnesium för att få tillfredställande bladfärg. Ett exempel är *Populus tremuloides* som först fick bra färg efter bladgödsling med magnesiumsulfat, $MgSO_4$ (Hart & Hanover 1979).

8.1.3.3 Mykhorrisa och kvävefixerande bakterier.

Mykhorrisa betecknar en positiv samverkan mellan en svamp och en högre växt. Svampen bidrar med att höja förmågan att ta upp vatten och näring (främst fosfat) via sina hyfer till trädrot. Trädet förser i sin tur svampen med kolhydrater som bildas vid fotosyntesen. Men mykhorrisa har även andra positiva funktioner (Benzer 1985):

- * patogena (sjukdomsframkallande) svampar och nematoder förhindras att infektera trädrot.
- * svampen kan i sina fruktkroppar ackumulera stora mängder tungmetaller och kan på så sätt göra förgiftade lokaler mer acceptabla för träd.
- * Hyferna runt rötterna kan utgöra ett slags fysiskt buffertsystem mot sura och basiska miljöer.

Svamparterna kan vara specifika för ett trädslag men vanligen kan flera olika svampar samtidigt eller vid olika tillfällen bilda mykhorrisa med ett träd. Även svamparna har speciella krav på ståndort. En utvald svampart kan tillföras redan i plantskolan. Den klassiska inokuleringsmetoden är att infektera med substratet med jord från naturliga trädbestånd. Hyfer eller sporer kan i renkultur kan också blandas i substratet. En nyare metod är att inokulera sporer redan med fröet. Svårigheter ligger i dosering, tillgång på sporer och att sporererna ofta är blandade med andra inte önskade svampar och bakterier (Benzer 1985).

Resultat av inokuleringen blir, om den lyckas, att torrsubstansen producerad per tidsenhet per planta blir större. Plantorna blir jämnare och andelen bortsorterade plantor blir mindre. Vid utplantering kan överlevnad och tillväxt öka, speciellt i miljöer som medför stress (Benzer 1985).

Även kvävefixerande bakterier kan utnyttjas. Alen är ett känt exempel som upprätthåller en symbios mellan en bakterie som kallas Frankia (Benzer 1985). Framtiden kan erbjuda mycket på detta relativt nya område.

8.1.3.4 CO₂-gödsling.

Ökad CO₂-halt i luften, upp till 2000 ppm, kan dubbla tillväxthastigheten hos en del växter och kan lätt tillföras växthusluften (Hart & Hannover 1979). Vid lägre temperatur är 1200 ppm tillräckligt menar Krizek et al (1968). Milhet & Costes (1984) fann i försök med ek en positiv effekt med en CO₂-konc. på 1000 ppm under de ljusa timmarna av dygnet. Stamtillväxten ökade. Effekten var störst vid N-tillförsel i form av nitrat (NO₃⁻) jämfört med ammoniumnitrat (NH₄NO₃).

8.1.4 Ljus.

Ljusmättnad nås vid 1/4 - 1/2 av fullt solljus hos individuella blad och fröplantor enligt Kramer & Kozlowski (1979). I flera försök med några amerikanska trädslag fann man att fotosyntesen ökade snabbt vid låga ljusintensiteter (3200 lux) och att plantorna nådde maximal fotosyntes vid 1/3 av fullt solljus (108000 lux) (Kramer & Kozlowski 1979). Fotosyntesen begränsas av låg CO₂-halt i luften vid högre ljusintensiteter.

När plantan producerar lika mycket energi som den förbrukar har den nått ljuskompensationspunkten. Denna punkt är beroende på dels respirationens och dels fotosyntesens storlek. Vid temperaturhöjning ökar respirationen snabbare än fotosyntesen. Detta medför att ljuskompensationspunkten nås vid motsvarande snabbare fotosyntes, vilken i sin tur är beroende av ljusintensiteten (Kramer & Kozlowski 1979).

När plantorna står mycket tätt överlappar bladen varandra och det finns risk för att ljusintensiteten i de skuggade bladen blir så låg att ljuskompensationspunkten inte nås. Trots detta måste plantan försörja en stor bladvolym och resultatet blir att produktiviteten sjunker. Bäst utnyttjande av ljuset fås vid LAI = 4 (Kramer & Kozlowski 1979). LAI betyder Leaf Area Index, vilket är förhållandet mellan total bladarea och markarean desså blad täcker sett uppifrån. LAI=4 betyder att det finns 4 m² bladyta ovanför 1 m² markyta (Galston, Davis & Satter 1980).

8.1.5 Växtskydd.

Växthusanvändning, täckrotsystem och andra substrat gör att det uppkommer en del nya problem jämfört med vanlig frilandsodling. I det här avsnittet kommer jag att behandla växtskyddsproblem som allmänt kan uppkomma i täckrotodlingen, oberoende av vilket växtslag som odlas. Det kommer att behandla organismer som direkt angriper plantorna men även sådana som konkurrerar om livsutrymmet.

8.1.5.1 Förökningssvampar.

Den första tiden efter groningen är ett känsligt stadium och det är inte ovanligt att förökningssvampar angriper de unga plantorna. Nilsson (1987) beskriver symptomen och smitta enligt följande: Angreppet sker ofta vid jordytan där vävnaderna mörkfärgas och förstörs. Angreppet kan sedan gå vidare till rötter och stam. Till följd av angreppet vissnar plantorna och dör. Svampen kan sprida sig vidare till angränsande plantor. Liknande symptom kan fås av fysiologiska förhållanden som t.ex. syrebrist vid för intensiv bevattning. I dagligt tal har symptomen olika namn beroende på skadans utseende; rotbrand, fallsjuka, groddbrand, baslröta. Förökningssvampar kommer in i odlingen på flera sätt: med osteriliserad jord, vatten, redskap och händer, ej eller dåligt rengjorda lådor/krukset, frö etc.

Smittan undviks främst genom att ha goda kulturförhållanden dvs lagom fuktighet, optimal gronings- och tillväxttemperatur, goda ljusförhållanden och gott näringstillstånd. Fuktigheten har stor betydelse: hög jordfuktighet gynnar jordburna svampar som Pythium och Phytophthora men hög luftfuktighet gynnar gråmögel, Botrytis. En planta i god kondition och snabb tillväxt har större möjlighet att motstå angrepp. Vidare elimineras smittkällor så långt det är möjligt. Substrat och krukor desinficeras och frö som misstänks vara smittat betas eller fungicidbehandlas under statifiering.

Skulle stora angrepp trots allt uppstå eller risken bedöms som stor finns det en del fungicider att använda, t.ex. maneb, benomyl, mankozeb och vinklozolin. För närmare upplysning se 'Kemiska bekämpningsmedel' som varje år utges av LT's förlag. Angående dos och applicering kontakta tillverkare eller

försäljare av preparatet i fråga. Testa alltid nya preparat på en mindre mängd plantor först!

Hart & Hanover (1979) rekommenderar inte konstant injektion med fungicider i bevattningsvattnet. Fungicider bör endast användas för direkt kontroll av specifika problem. Risken finns för att resistens uppstår eller att konkurrenter till de patogena svamparna dör vilket får till följd att angreppen ytterligare förvärras. Om möjlighet finns bör man växla mellan olika preparat.

8.1.5.2 Sorgmyggor, fam Sciaridae.

Sorgmyggans larver lever av dött organiskt material, substrat som torv är därför en omtäckt ägglägningsplats. Larverna kan dock även angripa levande rötter, antingen direkt genom att bita av unga rotspetsar eller indirekt genom att orsaka inkörsportar för skadesvampar. Vid stora angrepp skadas rotsystemet svårt. Äggen läggs i fuktig miljö, en torr substratyta t.ex. ett sandlager gör platsen mindre attraktiv. Goda odlingsförhållanden i övrigt som ger snabb rotbildning minskar risken för angrepp. Skulle det trots allt bli ett angrepp finns kemiska bekämpningsmedel t.ex. Volaton. (Faktablad växtskydd 28 T).

8.1.5.3 Bladlöss.

Bladlöss är mycket vanliga skadedjur. Populationen kan hållas nere med hjälp av biologiska eller kemiska metoder.

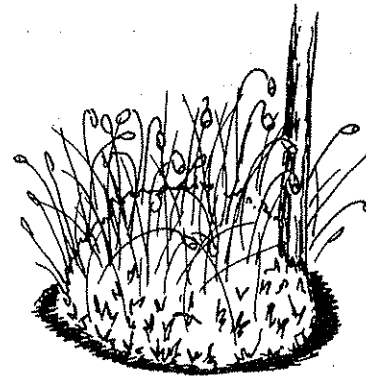
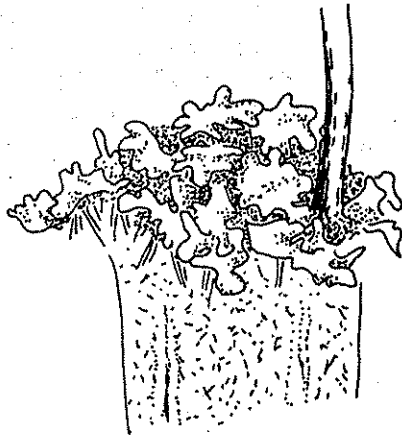
8.1.5.4 Ogräs.

Ogräsfrö kan följa med jorden, fröet eller komma inflygande med luften. Som ogräs betraktas alla växter som inte är avsedda att odlas. Ogräsen brukar gynnas minst lika mycket av växtförhållandena som vi erbjuder våra egna plantor. Speciellt örtogräsen växer snabbt och kan snabbt ta överhanden i en behållare. Ogräset bör avlägsnas så fort som möjligt så att de inte konkurrerar ut de andra plantorna. Enklast klipps ogräset bort för att inte rotsystemet ska störas hos den kvarvarande plantan.

8.1.5.5 Alger och mossor.

På ytan av substratet växer gärna mossor och alger. Ett krav är dock att ljus når ner till jordytan. Problemet är således störst hos växtslag som tar lång tid på sig att komma upp och skugga ytan med bladen. Någon direkt skadlig effekt på växterna har dessa organismer förmodligen inte men de gör att substartytan blir tätare och vattengenomsläppligheten försämras.

Teneran (Kloroxoron) är ett kemiskt bekämpningsmedel som används mot levermossor i containerodling. Teneran kan användas till ett flertal kulturer. Sprutning under lövsprickningen rekommenderas dock inte. Behandlingen görs i förebyggande syfte innan levermossor etablerat sig (Rudin (1979)). Kemiska preparat bör dock endast tas till när problemen blir för stora.



Figur 8. Levermossa och annan mossa.

8.2 Invintring.

Till de svårare kapitlen hör invintringen. Växterna börjar normalt redan på eftersommaren förbereda sig för vintern. Vad som styr invintringen är hos många växtslag ett komplicerat samspel mellan olika faktorer bl.a. daglängd, temperatur och näringstillstånd. Förutsatt att plantorna står utomhus, hur kan invintringen påverkas?

Med plantorna utomhus kommer den naturliga förkortningen av dagslängden och temperaturändringar att leda till att plantorna stannar upp i tillväxt. God tillgång till kväve kan dock leda till att plantorna växer vidare utan att sätta knopp. Därför ska kvävegödslingen avtrappas i slutet av juli eller under augusti. Fosfor och kaligödslingen kan fortsätta då speciellt kalium gynnar tork- och eventuellt köldresistens. En del forskare menar att man kan ge kväve igen efter knoppsättning, rötterna fortsätter att verka även långt därefter (Brix & van den Driessche 1974). En sen kvävegiva skulle gynna tillväxten på våren.

Ett drastiskt sätt att få plantorna att sätta knopp är att låta jordklumpen torka ut så att plantorna till och med börjar vissna. Uttorkning av jorden kan också utnyttjas vid tillväxtstyrning för att hålla igen plantan. Samma effekt får man av att höja ledningstalet, mindre vatten blir då tillgängligt till plantan.

Köldhårdigheten påverkas troligen av tre olika faktorer; temperatur, fotoperiod, och en inre rytm hos plantan (Lewitt 1980). Enligt Weiser (1970) blir plantan vinterhärdig i flera steg. Att uppnå full vinterhärdighet under kontrollerade betingelser är knappt möjligt p.g.a. inre cykliska faktorer. Vanligen ger en period med kort dag och varm temperatur följd av en period med låg temperatur bäst acklimatisering hos lövfällande arter. Det första steget tycks induceras av kort dag (eg. lång natt). Detta leder till att tillväxten stannar av. Det andra steget induceras av låg temperatur ($0-5^{\circ}\text{C}$) (Lewitt 1980), frost verkar vara en stimulerande faktor. Det är först efter detta steg som plantan blir härdig. Växter som har brist på

fotosyntesreserver kan dock inte så lätt bli köldhårdiga. Aktivt växande plantor kan heller inte acklimatiseras. Full hårdighet uppnås inte om det är överskott på kväve eller brist på kalcium, kalium eller fosfor (Lewitt 1980). Bara för att växten har satt ändknopp betyder det inte att den är fullt hårdig. Acklimatiseringen är en aktiv process som tar tid och inte något som bara händer när tillväxten är avslutad.

9 FRÖFÖRÖKNING AV LIGNOSER.

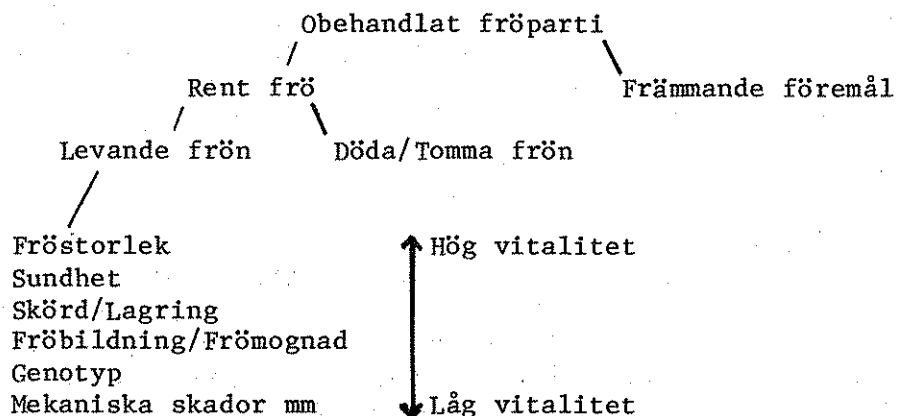
9.1 Varför fröförökning?

Fröförökning eller generativ förökning praktiseras för de växtslag som producerar frö i stor mängd och/eller sådana arter som är svåra att föröka på vegetativ väg t.ex. med sticklingar. Oftast är det rena arter som fröförökas och till följd av korspollinering, som är allmänt förekommande hos lignoser (Nymark-Larsen 1978), uppstår en viss genetisk variation. I sammanhang som vid naturliga planteringar är det önskvärt med en genetisk variation varför fröförökade växter är att föredra (Lagerström, pers medd). Man bör dock ta hänsyn till frökällan om man önskar ett frö med genetisk särprägel t.ex. med avseende på hårdighet och sjukdomsresistens. Med frö kan stora kvantiteter plantor förökas upp med en relativt liten arbetsinsats och frösådden har också kunnat mekaniseras långt.

Nackdelar med fröförökning är den ojämna frötillgången från år till år. Tillgången på frö varierar med bl.a. klimatet från blombildning till frömognad men den är även i viss mån genetiskt betingad. Frötillgången måste därför säkras genom åtgärder som t.ex. lagring. Andra svårigheter gäller själva groningen, de flesta av lignoserna som finns i vårt land har olika typer av dormancy, frövila. Innan groningen kommer till stånd måste frövilan brytas. Stora variationer finns mellan fröpartier och inom fröpartier avseende behovet av förbehandling för att bryta frövilan. Variationerna och det stora sortimentet av växter som produceras gör att ingående rekommendationer gällande planering, behandling och odling av fröplantor inte finns att tillgå. Användande av samma frökällor från år till år, datainsamling och uppföljning av odlingsresultatet kan hjälpa den enskilde plantuppdragaren komma fram till lämpliga behandlingsmetoder (Gordon & Rowe 1982).

9.2 Fröet och groningen.

Kvaliteten hos ett fröparti påverkas av många olika faktorer (fig.9) och innan det är dags att lägga ned fröna i jorden har de redan en lång historia bakom sig. Men med kunskap om de kända faktorer som påverkar fröet kan vi försöka nå det bästa groningsresultaten.



Figur 9. Frökvalitet är ett begrepp med stor vidd.

Täckrotodling medför att speciellt höga krav ställs på fröet. Enkornsådd där minst 95 % av fröet gror och ger livsdugliga plantor är de hårda krav skogsbruket ställer på sina fröer vid täckrotodling (Hultén pers meddelande, Nygren 1986). Tomma plantbehållare är för kostsamma.

För att groningen skall starta måste 3 villkor vara uppfyllda enligt Hartmann och Kester (1983):

1. Fröet måste vara levande och med det menas att embryot är vid liv och att det är kapabelt till groningen.
2. Fröet måste vara nondormant (ej ha frövila) och embryot quiescent (i dvala men redo att gro om de rätta betingelserna ges). Det får heller inte finnas någon dormancy-inducerande barriär, fysiologisk, fysisk eller kemisk. (Eftersom den svenska terminologin om frövila inte är tillräckligt bra används även den engelska, oklarheter förekommer dock i den också.)
3. Fröet måste utsättas för lämpliga yttre miljöbetingelser dvs; tillgång till vatten, syre och ibland ljus samt lagom temperatur. Kraven på speciella miljöbetingelser kan ändras med tiden och med metoder för fröhantering, se kap 7.2.

Groningen är ett komplext samspel mellan yttre och inre betingelser och ofta måste lång tid förflyta från det att fröet släpps från trädet till att det börjar att gro.

9.3 Frövila.

För att kunna gro måste fröet vara utan dormancy enligt det andra villkoret i kapitel 9.2 ovan. Mekanismer som hindrar uniform groningen finns speciellt hos vilda växter. Hos förädlade växter har dessa "överlevelsemekanismer" eliminerats under förädlingsarbetet eftersom en snabb och jämn groningen är önskvärd. Lignoserna är inte lika långt förädlade som t.ex. stråsäd och grönsaker och de flesta har bibehållit dessa egenskaper som ökar chansen till överlevnad (Billing Hansen 1983).

Frövila är ett komplicerat fenomen och det finns ingen skarp skillnad mellan vila och icke-vila. Djupet av vilan kontrolleras av en balans mellan kemiska substanser, s.k. groningspromotorer och groningshämmare (Wang, Pitel & Webb 1982). Frövila brukar definieras som ett stadium då levande frön inte är i stånd till att gro även om de yttre villkoren är optimala; temperatur, fuktighet och syretillgång. Frövilan kännetecknas av att livsprocesserna är starkt reducerade och för att fröet ska kunna gro måste fysiologiska och/eller morfologiska ändringar först ske (Billing Hansen 1983).

9.3.1 Varför finns frövila?

Frövila erbjuder vissa fördelar eftersom den säkrar artens groningen i tid och rum (Bewley och Black 1985). Groning regleras till tidpunkter på året som är gynnsamma för den unga fröplantans överlevnad (Hartmann och Kester 1982). Frövilan säkrar frömaterial även när frösättningen varit dålig något år. Groningen säkras i tiden på tre olika sätt enligt Bewley & Black (1985):

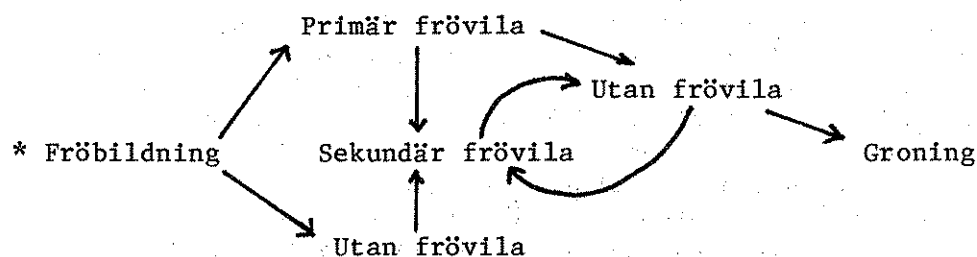
- * Fröet lämnar moderplantan med olika grad av frövila. Vissa frön är kapabla att gro direkt medan andra behöver eftermogna.
- * De miljöfaktorer som påverkar brytandet av frövilan är i sig fördelade i tiden. Många frön måste ha en kylperiod från ett par veckor till flera månader. Kylbehandling får fröet bara under vintern varför fröet måste vänta med groningen tills vintern gått.
- * Frön kan utveckla sekundär vila om miljöbetingelserna inte passar för groningen och på så sätt kan de ändå styras till att gro vid rätt tidpunkt.

Frövilan kan även leda till en fördelning av groningen i rummet. Hos många fröslag påverkas groningen av ljus. Genom känslighet för vissa våglängder kan frön hindras eller gynnas att gro i ett visst läge i jorden. Mörkergroende frön groer under markytan och ljusgroende nära markytan. Sommarens lövverk reducerar ljuset så att en del frön först groer när träden är avlövide. (Bewley & Black 1985).

Bland de arter som odlas i plantskolor finns det få som har en jämn och snabb groningen utan föreliggande frövila. Därför måste man känna till mekanismerna bakom frövila för att kunna anpassa förhållandena för att få en så optimal groningen som möjligt.

9.3.2 Typer av frövila

Frövila kan induceras antingen under fruktmognaden på trädet (primär frövila) eller efter skörd p.g.a. naturliga förhållanden eller behandlingen av fröet (sekundär vila), se figur 10. En del frön utvecklar en frövila som gör att fröet inte kan gro under några förhållanden utan föregående behandling medan andra bara är i stånd till att gro under vissa temperatur- och ljusförhållanden.



Figur 10. Frövila hindrar groningen (Bewley & Black 1985).

Enligt Billings Hansen (1983) används en del olika indelningar av frövila. En många gånger refererad klassificering har gjorts av Nikolaeva (1977). Den indelningen är gjord speciellt med tanke på lignoser och baserar sig på de fysiologiska orsakerna till frövila:

A Vila orsakad av fröskalet - exogenous dormancy.

* Fysisk frövila (physical dormancy, Aph) orsakas av att fröskalet eller andra yttre delar av fröet är ogenomträngligt för

vatten. Embryot har inte någon vila (quiescent) men det kan bevaras med lågt vatteninnehåll i flera år även vid varma temperaturer. Många vedartade växter tillhörande släktet Fabaceae (t.ex. Robinia, Caragana) har denna typ av hårda skal (Hartmann & Kester 1982, Billing Hansen 1983).

Den del i fröskalet som gör det ogenomträngligt för vatten hittas i ett lager med palissadceller. Dessa kan i sig hindra vattnet genom sina tjocka väggar som innehåller vattenavstötande föreningar. I andra fall kan palissadcellerna vara täckta av ett lager med pektin, hemicellulosa och vaxartade substanser (Billing Hansen 1983, Hartmann & Kester 1982). Vatten kan endast tränga in till embryot om cellagret eller delar av det bryts ned eller om cellerna delar på sig genom mekanisk stress.

I naturen mjukas fröskalen upp genom omgivningens påverkan t.ex. mekanisk slipning, omväxlande frysnings och upptinande, stark upphettning, angrepp av mikroorganismer eller passage genom matsmältningskanalen hos fåglar eller däggdjur (Hartmann & Kester 1982).

Behandlingar i större skala som kan bryta denna typ av vila är av typ mekaniska (slipning), kemiska (frätande syror), fysiska (varmt vatten) eller biologiska (varmstratifiering). De olika typerna av behandlingar tas närmare upp under kapitel 9.4.

* Kemisk frövila (Chemical dormancy, Ach) orsakas av att fruktväggen (pericarp) innehåller gröningsinhibitorer. I många köttiga frukter är saften starkt gröningshämmande. Det finns vissa ämnen i saften som främst hindrar fröna från att gro inuti frukten t.ex. parasorbinsyra i rönn (Sorbus aucuparia), (Billing Hansen 1983). Inhibitorer kan även finnas i torra fruktväggar. Kemisk frövila förekommer ofta i kombination med andra typer av vila. Behandlingar som bryter denna typ av vila är borttagning av fruktväggen eller urlakning av inhibitorerna.

* Mekanisk frövila (Mechanical dormancy, Am) syftar på att fröskalet är så hårt att embryot inte kan expandera under groning, primroten (radicula) kan inte tränga ut. Många fröforskare ställer sig dock tvekande till denna typ av vila då man menar att den kraft som delarna i fröet utövar när de sväller är tillräcklig för att spräcka skalet. I vissa frötyper t.ex. rosor och stenfrukt menar man att skalen är så hårda att groningen åtminstone fördröjs, men även en rad andra faktorer medverkar (Billing Hansen 1983, Hartmann & Kester 1982). Mekanisk vila bryts på samma sätt som fysisk vila.

B och C. Frövila orsakad av inre förhållanden - endogenous dormancy.

B Morfologisk vila - Morphological dormancy.

Morfologisk vila hänförs till att embryot är underutvecklat vid tidpunkten då det lämnar trädet. För att fröet ska gro måste embryot först växa till. Denna typ av vila finns ofta i kombination med andra typer av vila. Två grupper kan särskiljas i denna kategori:

a) Rudimentärt embryo.

Växter med rudimentära embryon producerar frö med något mer än ett proembryo inbäddat i ett massivt endosperm vid tiden för

fruktmognad. Bland de vedartade växterna som har denna typ av vila kan nämnas järnek (*Ilex*) och snöbär (*Symphoricarpus*), dock i kombination med annan typ av vila som också måste brytas innan fröna kan gro.

Embryot växter till och vilan kan brytas om fröet

- utsätts för temperaturer kring 15°C.
- exponeras för alternerande höga och låga temperaturer.
- behandlas med kemikalier såsom kaliumnitrat (KNO_3) eller gibberellin. (Hartmann & Kester 1982)

b) Utvecklat embryo.

Vid fruktmognad är embryot bara delvis utvecklat, det kan ha en storlek av halva fröhålan. Före groning tillväxer embryot. Tillväxten av embryo sker vid hög temperatur (kring 20°C) med tillgång till vatten och syre (Billing Hansen 1983, Hartmann & Kester 1982). Gibberellin gynnar processen (Hartmann & Kester 1982).

Familjerna Ericaceae (t.ex. Rhododendron och ljung) och Gentianaceae har denna kategori av vila. Vissa arter av ask (*Fraxinus*) och benved (*Eouonymus*) har utvecklade embryon i kombination med andra typer av vila. De kräver därför först en period med varmstratifiering för att embryot ska tillväxa och sedan en period med kallstratifiering för brytande av övrig vila.

C Fysiologisk vila - Physiological dormancy.

Den fysiologiska vilan kontrolleras internt av levande vävnader i eller omkring embryot, dvs embryovävnad, frövit och fröskal. Med hänsyn till hur stark den inhiberande verkan på fröet är delas den fysiologiska vilan in i tre undergrupper. Gränserna är dock rätt vaga mellan grupperna; grund vila C1, intermediär vila C2 och djup vila C3.

* C1, grund vila är typisk för de flesta örtartade växterna från den tempererade zonen. Fröna besitter en vila som endast varar en kort tid och som gradvis försvinner vid eftermognad under torr lagring av frö, korta perioder av kallstratifiering eller applicering av vissa tillväxtstimulatorer t.ex. gibberellin, KNO_3 . I vissa frön inhiberas groningen av temperaturer inom ett visst intervall (Hartmann & Kester 1982). Det finns andra arter där groningen kontrolleras av ljus vid vissa temperaturer. Björk (*Betula*) och al (*Alnus*) har arter som reagerar på detta sätt. Orsaken till vilan tros i många fall vara att fröskalet inte är tillräckligt genomträngligt för gaser. Det kan antingen vara fysiska barriärer som en vattenfilm i fröskalet, ett tunt fettlager eller ett förtjockat membran av cellväggar runt embryot. I andra fall kan det röra sig om hinder av biokemisk karaktär t.ex. syreförbrukning av fenoler i fröskalet hos äpple (Billing Hansen 1983).

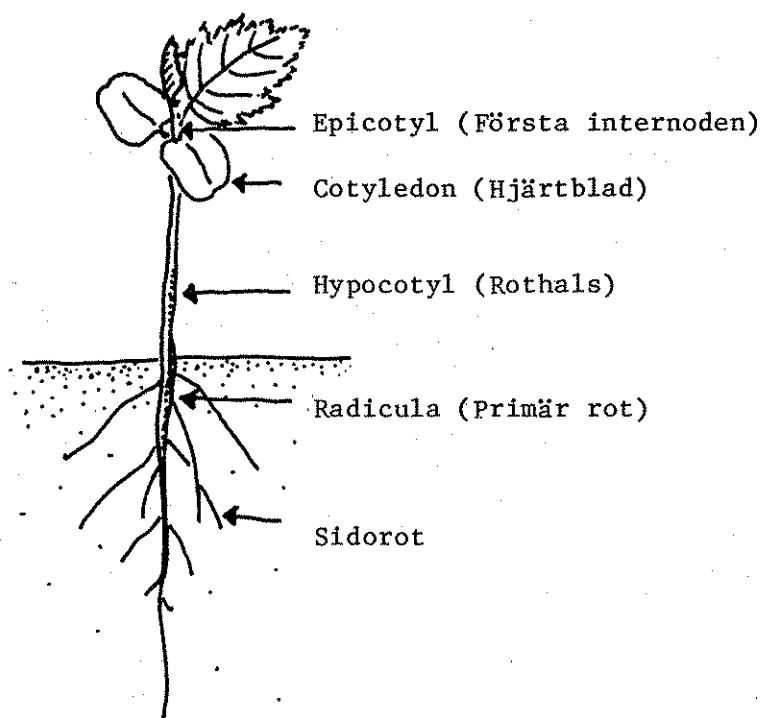
* C2, intermediär frövila karaktäriseras av att isolerade embryon från sådana frön oftast uppvisar normal groning och tillväxt, åtminstone om de tillåts gro under gynnsamma betingelser. Fröet i sin helhet kräver dock en tids (1 - 3 månader) kallstratifiering för att kunna gro normalt. Arter som har denna typ av vila är t.ex. asklönn (*Acer negundo*) och rödask (*Fraxinus pensylvanica*). Torr lagring kan till en viss del minska vilan och stratifieringsbehovet. Gibberellin-behandling verkar groningsstimulerande.

* C3, djup fysiologisk vila är typisk för många trädarter t.ex. *Malus silvestris* (äpple). Frön groor endast efter en lång period av kallstratifiering vid 1 - 7°C. Isolerade embryon kan gro men blir abnormala varför orsaken till vilan åtminstone delvis kan sökas inuti embryot. Under kylperioden sker gradvisa förändringar så att slutligen fröet blir i stånd till att gro, speciellt om det ges högre temperatur.

Kombinerad vila B+C.

I många fröslag finns en kombination av morfologisk och någon typ av fysiologisk vila. Stratifieringsbehovet blir då mer komplicerat. För de flesta arter med kombinerad vila krävs först en period av varmstratifiering för att den morfologiska vilan ska brytas och därefter en period av kallstratifiering för att den fysiologiska vilan ska brytas. Den fysiologiska vilan är intermediär till djup. Det finns arter som har separat stratifieringsbehov för radicula, hypocotyl och/eller epicotyl, se figur 11 för ordförklaringar.

Ett exempel är *Viburnum opulus* (skogsolvon) som till en början har ett underutvecklat embryo vilket utvecklas under varmstratifiering. Rot och hypocotyl är därefter i stånd till att växa men för att epicotylen ska sträcka sig behövs en period av kallstratifiering. Varm- plus kallstratifiering är också nödvändigt för de arter som har en kombination av exogen vila och endogen vila, t.ex. *Tilia cordata* (lind), *Prunus* spp, *Crataegus* spp och *Cotoneaster* spp (Billing Hansen 1983, Hartmann & Kester 1982).



Figur 11. Groddplantans delar (AVENBOK).

Sekundär vila.

Frövila kan även induceras i grobara frön eller frön där den primära frövilan har brutits. Detta kan ske då fröna placeras i en miljö som inte passar för groning (Billing Hansen 1983). Sekundär vila uppstår efter inbibering men före primrotens tillväxt. Faktorer som kan leda till sekundär vila:

- * hindrad gasväxling (t.ex. för djup placering i jorden).
- * ogynnsam temperatur (känsliga för hög temperatur är många arter inom rosenfamiljen, Rosaceae).
- * för högt osmotisk tryck, torka.
- * behandling med vissa kemikalier.

Sekundär vila bryts genom kallstratifiering, ofta minst lika lång som föregående kallstratifiering. Ibland kan behandling med hormoner, speciellt gibberellin, bryta vilan.

9.3.3 Brytande av frövila.

Under naturliga förhållanden kommer blockeringarna för groning att gradvis släppa med de temperaturförhållanden årstiderna ger. För att bryta vilan snabbare kan man påverka fröet genom att ge de mest gynnsamma förhållanden; lagom fuktighet, temperatur, ljus, bryta ner fröskalet. Som redan nämnts i kapitlet om fröviletyperna kräver olika arters frö olika behandling beroende på typ av frövila.

9.3.3.1 Att bryta vila orsakad av fröskalet.

Vila orsakad av fröskalet (A) bryts genom att bryta ner det yttre fröskalet så att det blir genomträngligt för vatten och gaser. I naturen är det troligen mikroorganismerna som gör det största arbetet. Hög temperatur gynnar mikroorganismernas aktivitet även om en långsam nedbrytning även sker vid låg temperatur. Därför sker en nedbrytning både vid varm- och kallstratifiering, snabbast är den dock vid temperaturer över 15°C.

Mekanisk behandling innefattar nedslipning eller nedfilande, hålbränning, spräckande av skal eller bortskärande av endel av fröskalet. Det är en enkel metod och utrusning finns utvecklad för större fröpartier (Hartmann & Kester 1982). Metoden passar bäst för fröer med fysisk frövila. Fröskalen ska efter behandling vara matta men de inre delarna får inte blottas.

Frätande syror angriper fibrerena i fröskalet men inte lika mycket överallt på ytan. Koncentrerad svavelsyra är den mest använda syran. Exakta angivelser för optimal varaktighet av behandlingen kan inte ges p.g.a. att tjockleken på fröskalet varierar mycket mellan åren (Billing Hansen 1983). Vilka frön som kan behandlas med syra är omdiskuterat. Heit (1967) har angett en lista över hårdskaliga frön, utöver de omnämnda fröerna där har även fröer tillhörande fam. Rosaceae kunnat syrabehandlas (Billing Hansen 1983). Under behandlingen bör stickprov tas och när fröskalet är papperstunt måste behandlingen avbytas (Hartmann & Kester 1982). Fröet sköljs så att inga syrarester finns kvar. För närmare upplysningar refereras till Schopmeyer (1974). Kokande vatten och vattenånga har också använts med framgång. Fröna läggs ned i kokande vatten som får svalna av. Därefter kan

de osvållda fröna separeras bort och de svållda genast sås ut. Metoden är svår att standardisera med avseende på vattenmängd, behandlingstid mm (Billing Hansen 1983).

Hårda fröskal kan till viss del undvikas om frukterna skördas omogna, innan skalet hårdnat. Fröet måste sås eller läggas till stratifiering omedelbart.

9.3.3.2 Att bryta vila orsakad av inre förhållanden.

Brytande av inre vila görs med imbiberade (svållda) frön under vissa temperaturförhållanden. Temperaturbehandling, speciellt vid lägre temperaturer har positiv effekt på många fröslag. Stratifiering är ett samlande namn för alla behandlingar när frö bevaras i ett fuktigt och luftigt medium under en viss period i syfte att bryta frövilan (Billing Hansen 1983). Man skiljer mellan kall- och varmstratifiering, för det mesta menas kallstratifiering när man bara använder uttrycket stratifiering.

Tillvägagångssättet varierar vid stratifiering. Den vanligaste metoden är att stratifiera fröet utomhus i öppna fack men skyddat för fåglar och gnagare. Beroende på fröslag läggs fröet blandat med sand, torv eller liknande material i facken under våren/sommaren eller hösten. Mediet hålls fuktigt och vänds med jämna mellanrum. Börjar fröet gro innan det är möjligt att så läggs det in i kyl eller frys. Det går även att lägga fröet med t.ex. sand i slutna behållare, plastpåsar eller dunkar, där fuktigheten kan hållas konstant. Med stratifiering av 'naket' frö menas att fröet inte blandas upp med något fuktighetshållande medium.

Kallstratifiering.

Kallstratifiering är den mest använda metoden för att bryta vila, speciellt djup fysiologisk vila (C3). Bättre groning har även fått efter en kortare tids kallstratifiering hos frön som inte har någon egentlig vila (Billing Hansen 1983).

Frön tillåts först imbibera och läggs sedan i ett fuktighetshållande luftigt medium t.ex. sand, torv eller vermiculite. De viktigaste faktorerna är temperatur, fuktighet syre och tid.

Temperaturen ska vid kallstratifiering ligga mellan 1 - 7°C (Nikolaeva 1977). Eftermognadsprocesserna kan dock försiggå inom ett bredare temperaturintervall, -5 - 17°C. Vid lägre temperatur avstannar eftermogningen och vid högre finns risk för inducering av sekundär vila. Optimal temperatur varierar mellan arterna beroende på dess ursprung.

Fuktigheten bör ligga kring 50% av friskvikt hos fröet under stratifiering. Eftermognad kräver att fröet har imbibierat vatten. När vilan sedan bryts absorberas mer vatten när groningsprocesserna kommer igång. Vattenbehovet kan då bli rätt stort. Uttorkning kan i detta skede skada fröet eller ge sekundär vila, tidigare under stratifieringen kan dock viss uttorkning ha positiv effekt. En metod benämnd advancing bygger på omväxlande svällning och torkning. Detta har gett en snabbare och jämnare groning (Heydecker 1973).

Syrebehovet hos fröet beror på temperaturen. Vid låg temperatur är embryots syrebehov litet och syre finns i tillräcklig mängd. Vid högre temperatur kräver embryot mer samtidigt som lösligheten minskar och fenoler i fröskalet absorberar mer syre (Hartmann & Kester 1982). Sekundär vila inducerad vid hög temp skylls ibland på syrebrist till embryot (Hartmann & Kester 1982).

Tiden som fröerna måste ha för att eftermogna varierar mycket mellan arterna. Även inom ett fröparti kräver de individuella fröerna varierande tid. (Nymann-Eriksen 1986). Behovet av stratifiering kan variera från år till år beroende på klimatet. Mellan fröpartier kan också en signifikant skillnad i eftermognadsbehov finnas (Hartmann & Kester 1982). Normalt krävs 1 - 6 månader allstratifiering men används optimal temperatur vid groning kan stratifieringsperioden minskas 1.5 - 2 gånger (Judin 1970).

Varmstratifiering.

Varmstratifiering gynnar nedbrytningen av fröskalet med mikroorganismernas hjälp samt tillväxten av omogna embryon (morfologisk vila). Samma faktorer har betydelse här som för kallstratifiering dvs temperatur, fuktighet, syre och tid. Temperaturen ska ligga mellan 20 - 25°C för de flesta arter. Fröna måste vara imbiberade. Tiden för varmstratifiering brukar vara mellan 1 - 3 månader beroende på fröslag. Varmstratifiering följs av kallstratifiering (Schopmeyer 1974).

Övriga metoder.

En lång rad metoder har använts för att bryta frövila. Många har aldrig kommit till användning i praktiken p.g.a. för dåligt eller osäkert resultat t.ex. elström, vibrering, strålning (Billing Hansen 1983 m.fl.). De metoder som är mest intressanta är behandlingar med olika hormoner och kemikalier. Växthormoner är dock inte tillåtna att använda i Sverige (Kemikalieinspektionen).

Gibberellin är ett växthormon som naturligt finns i många former i växten. För exogen (yttre) applicering är gibberellinsyra, GA₃, mest använt. Gibberellin stimulerar groning i frön med fysiologisk vila genom att ändra på hormonbalansen. Några rekommendationer för behandling av större fröpartier finns inte. Andra hormoner som ibland varit verksamma är cytokinin och etylen.

Kemikalier som gynnat groning är kalinitrat KNO₃, tiourea och väteperoxid. En stor del av verkan tros ligga i den desinficerande verkan kemikalierna har men även annan påverkan har kunnat konstateras. Användande av kemikalier kan inte helt ersätta stratifiering i de flesta fall (Wang, Pitel & Webb 1982).

9.4 Fröprocessing.

Fröprocessing innebär åtgärder som ingår i framställning av frö t.ex. frörensning, fröavvingning (Simak 1985). Det medför en ökad hanterbarhet av fröet. Ska fröet konditioneras t.ex. tomfrö sorteras bort eller pelleteras, är ett visst mått av fröprocessing nödvändigt. Vid konventionell odling på friland har

det många gånger inte varit nödvändigt med sådana åtgärder som avvingning och sortering eftersom sådden ändå inte blir speciellt exakt. Vid direktsådd i behållare ökar dock kravet på fröet.

9.5 Frökonditionering.

Simak (1985) beskriver termen frökonditionering som "ett samlande namn för olika sätt att behandla frö i syfte att uppnå en optimal och fullständig groning och högsta möjliga utbyte av plantor av god kvalitet. Vid konditionering riktar man åtgärder mot fröegenskaper som påverkar t.ex. dormancy, vitalitet etc. (konditionering i strikt bemärkelse) och/eller tillför fröna nya egenskaper som t.ex. resistens mot predatorer och svamp, genom betning eller pellettering etc. (konditionering i vid bemärkelse)".

I växthus där groningsmiljön kan hållas under kontroll bör frö konditioneras i syfte att få en snabb och fullständig groning. Men allra först ska fröpartiet analyseras och den aktuella konditionen avgöras. Därefter avgörs om det är värt att sätta in konditioneringsåtgärder och i så fall vilka. Konditioneringen bör göras strax innan sådd (Simak 1985). De metoder som används vid konditionering sammanfattas i följande grupper (Simak 1985):

1. Upphävande av vila.
2. Bortsortering av ej produktivt frö.
3. Vitalisering av frö.
4. Förbättring av plantkvalitet.
5. Skydd mot svamp och predatorer.
6. Förbättring av såddeteknik.

Grupperna kan behöva sin förklaring. Grupp 1 har närmare behandlats i kapitel 9.3 och beskrivs ej här. Grupp 2, bortsortering av ej produktivt frö innebär att icke grobart frö och svagt frö som ej bildar livsdugliga plantor avlägsnas ur fröpartiet. Frö som fysikaliskt väsentligt skiljer sig från grobart frö, t.ex. tomt frö som är lättare än matat frö kan skiljas bort med luftström, gravitationssortering mm. Däremot frö som har samma fysikaliska egenskaper som levande frö dvs dött och mekaniskt skadat frö, kan avlägsnans ur ett fröparti endast efter en viss förbehandling. Tre konditioneringsmetoder, PREVAC, IDS och förgroning av frö grundar sig på framkallade olikheter mellan friskt och skadat/dött frö (Simak 1985).

Grupp 3, vitalisering av frö syftar till att få fröet att gro snabbt och samtidigt. Många kemiska, fysikaliska, fysiologiska och andra medel har använts i laboratorieförsök. I praktisk användning hittar man bl.a. vattenstöpning och inkubation av frö. Grupp 4, förbättring av plantkvalitet, innebär att man ur fröet ska producera en planta av hög kvalitet. Sådana åtgärder som påskyndar groningshastigheten förbättrar vanligtvis även plantutvecklingen, eftersom tidigt grodda frön ger plantor som får längre tid på sig att växa under vegetationsperioden. Fraktionering av ett fröparti efter frövik, storlek eller densitet kan påverka plantutvecklingen. Jämnare plantutveckling uppnås om varje fraktion sås för sig p.g.a. lika konkurrens mellan plantorna. Simak (1985) nämner även en biologisk metod där man genom infektering mykhorrizasvampar redan under första året kan höja torrsubstansproduktionen.

Grupp 5, skydd mot svamp och predatorer uppnås genom att med jämna mellanrum desinficera fröbehandlingsutrusning och att direkt skydda fröet genom betning eller vattning med fungicider. Det är främst svampangrepp man kan ha problem med i växthus. Den sista gruppen, grupp 6, förbättring av såddteknik fås som en följd av konditioneringsåtgärder som pellettering, fraktionering mm. Genom förbättrad såddprecision hamnar fröet på den plats där gröningsbetingelserna är bäst.

9.6 Frötestning.

Testning av frö görs för att fastställa den aktuella konditionen hos fröpartiet. Här kommer bara metoder att fastställa möjligt gröningsresultat att tas upp. I vissa sammanhang innefattar frötestning även renhet, att fastställa möjligt gröningsresultat att tas upp. I vissa sammanhang innefattar frötestning även renhet, fukthalt mm. Frötestning utförs efter regler och anvisningar som ISTA, International Seed Testing Association, ger ut. Resultaten kan då jämföras med andra frötestningslaboratorier.

Med fröpartiets gröningsprocent avses andelen frön som efter 21 dagars test har grott och som bedömts kunna ge upphov till livsdugliga plantor. Samtidigt kan gröningsenergin mätas genom att ange antalet grodda frön efter 7 dagar i procent av antalet grodda efter 21 dagar. Antal abnormt groende frön noteras (Sahlén 1986).

Eftersom de flesta lignosfröerna har någon slags frövila och ofta har låg gröningshastighet är det inte möjligt att göra ett rättvisande grönings-test på dem. För dessa fröer har andra, indirekta, metoder utarbetats. Tomt, matat och insektskadat frö kan bestämmas med röntgen eller snittning. Den anatomiska utvecklingen kan samtidigt studeras. Två andra metoder är Tetrazolium Test och "Embryo excision test" (Kramer & Kozlowski 1979). Den förstnämnda, tetrazolium test, fungerar på det sättet att ett ofärgat tetrazoliumsalt med hjälp av enzymer i levande celler omvandlas till rött eller rosa formazan. Endast levande celler blir färgade och med ledning av färgmönstret kan andelen friska frön räknas fram. Vid "embryo excision test" plockas embryot fram ur frövävnaderna och läggs till groning på ett fuktat filterpapper. Levande embryon groer normalt inom två veckor om inga gröningsbarriärer finns inuti embryot.

Som tidigare nämnts i bakgrunden till detta arbete har det på institutionen för lantbruksteknik gjorts provodlingar med lövarter med början 1985. För att kunna beskriva odlingsmetoden och dessutom ta reda på var riskerna ligger lade vi ut en provodling med tio växtslag. Med ledning av tidigare odlingar som gjorts i Kombicell 47 med enhetsjord valde vi nu att jämföra två täckrotsystem, HICO och Kombicell och två jordblandningar, pluggjord och enhetsjord. Dessutom provades olika temperaturregimer, kallväxthus resp varmväxthus under frögroningen och en tid av tillväxten. Under odlingens gång tillkom ett led där substratet urlakades två gånger med totalavsaltat vatten. Dessa försök har genomförts i Inst. för Trädgårdsvetenskaps lokaler, Alnarp. En mindre serie genomfördes hos Hilleshög Forestry AB i Falkenberg där plantorna sattes in i det löpande barrväxtprogrammet. Vädret under odlingsperioden april till och med augusti var i allmänhet mulet, kallt och regnigt.

Odlingarna har bedömts med avseende på gröningsresultat och tillväxt. Därutöver har skötselåtgärder och inträffade händelser noterats.

10.1 Material och metoder.

Växtmaterial:

Acer platanoides - skogslönn	förgrött frö, proveniens Uppsala
Alnus glutinosa - klibbal	småplantor, proveniens Ignaberga
Betula pendula - vartbjörk	frö, proveniens Asarum
Carpinus betulus - avenbok	frö, proveniens Uppsala
Fraxinus excelsior - ask	frö, proveniens Tyskland
Prunus padus - hägg	frö, proveniens Danmark
Prunus spinosa - slån	frö, proveniens Uppsala
Quercus robur - skogsek	frö, proveniens Holland
Salix viminalis klon 78021	stickling
Sorbus aucuparia - rönn	frö, proveniens Uppsala

Frö av skogslönn, avenbok, ask, hägg, slån, skogsek och rönn köptes i stratifierat skick från Björkhaga plantskola, Veberöd.

Täckrotsystem.

- * HICO, polyeten, behållarvolym 93 cm^3 , svagt koniska behållare med styrlistor, 40 plantor per krukset, ytermått krukset $22 \times 35 \times 8.5 \text{ cm}$, odlingstäthet 526 pl/m^2 .
- * Kombicell, ark av polyetenbelagd cellulosa, ark och bottenpapper spänns upp i odlingsgaller av metall, behållare fyrkantiga, ytermått ark $75.5 \times 38.0 \times 7.5 \text{ cm}$.
Två olika behållarstorlekar provades:
 - a) EUR 38, 106 cm^3 , 200 behållare/ark och 697 pl/m^2 .
 - b) EUR 47, 156 cm^3 , 128 behållare/ark och 446 pl/m^2 .

KALLA	HIKO		KOMBICELL 47		KOMBICELL 38	
	PLUGGJORD	ENHETSJORD	PLUGGJORD	ENHETSJORD	PLUGGJORD	ENHETSJORD
JORD TEMP. 6.0°C						
VARMHUS	Acer Alnus Betula Carpinus Salix Fraxinus Sorbus	Betula Quercus Salix	Betula Quercus Salix	Betula Quercus Salix	Betula Quercus Salix	Betula Quercus Salix
VARMHUS +	Acer Alnus Betula Carpinus Salix Fraxinus Sorbus	Acer Alnus Betula Carpinus Salix Fraxinus Sorbus	Betula Quercus Salix	Betula Quercus Salix	Betula Quercus Salix	Betula Quercus Salix
SKUGGHALL						
KALLHUS	Acer Alnus Betula Carpinus Salix Fraxinus Sorbus	Betula Quercus Salix				
KALLHUS +						
SKUGGHALL						
KALLHUS	Acer Alnus Betula Carpinus Salix Fraxinus Sorbus	Betula Quercus Salix				
KALLHUS +						
SKUGGHALL						
VELAKAT MED TOTALAVSKATT VATTEN						
HILLESBÖG	Acer Alnus Betula Carpinus Salix Fraxinus Sorbus					

Figur 12. Försöksuppställning.

Substrat.

- * Plantins pluggjord + ytterligare 10 % perlite; fin torv 70%, perlite 30%. Grundgödslad och grundkalkad.
- * Plantins Enhetsjord P; normal torv 60%, lera 40%. Grundgödslad och -kalkad.

Temperaturregimer.

- * Varmväxthus med minimitemperatur 15° C. Luftning vid 26° C. En omgång stod i varmhuset till början av juli, den andra flyttades ut i början av augusti till skugghall.
- * Kallväxthus. Växterna flyttades ut till skugghall i början av juli resp mitten av juli beroende på växtslag.
- * Hilleshög, Uppvämt växthus till mitten av juni, därefter friland.

Skötsel och mätningar (Alnarpsförsöken):

Sådd/plantering/stickning skedde i slutet av april direkt i behållarna. Enkornsådd tillämpades så långt det var möjligt. Under groningen var alla krukset täckta med agrylväv. Agrylen togs av när groddplantorna började växa. Plantorna fick daglig tillsyn och skötsel om så behövdes. Vattningen skedde med vattenkanna i växthus. En dryg månad efter sådd började vi gödselvattna plantorna dagligen. När plantorna bedömdes vara i tillräcklig tillväxt sattes de ut i skugghall. I skugghallen vattnades med spridare och gödslingen minskades ned till en gång i veckan. Från augusti gavs ingen gödsel mer. Gödsel gavs med vattenkanna. En egen komponerad blandning användes, 1.0 promille NPK 100 - 20 - 62 + mikronit. Ledningstal och pH-värde i näringslösning varierade något eftersom råvattnet i sig var väldigt varierande. Ledningstal låg kring 1 och pH kring 5.5. I början växte plantorna, speciellt björk, mycket dåligt. På grund av en misstanke om att de höga kloridvärdena i råvattnet skulle vara orsaken till detta urlakades ett led i kallväxthuset med totalavsaltat vatten 2 gånger under juni månad. Pressvattenanalys gjordes två gånger under säsongen.

Bedömning gjordes i början av varje månad, juni, juli och augusti, av planthöjd, stamdiameter och plantöverlevnad.

I varje led ingick 40 sådda frön/skolade eller enkelställda plantor och varje led hade två upprepningar. Mätning utfördes på de plantor som fanns i de 8 behållarna i mitten av krukseten. I de fall groningen varit för dålig har andra plantor mätts.

10.2 Resultat.

Odlingsbeskrivningen gäller för försöken på Alnarp. Resultaten från Hilleshög jämfört med Alnarp presenteras sist för varje växtslag. Mätresultaten återfinns som bilaga sist i arbetet.

10.2.1 Lönn, *Acer platanoides*.

Lönnfrö hade redan satts i plantskolan varifrån fröet köptes, varför det blev tvunget att grävas upp med ca 2 - 5 cm lång rot. Plantorna grävdes upp och skolades i täckrotbehållarna samma dag, den 24 april. Krukseten sattes ut på respektive plats enligt försöksplanen och täcktes med agryl. Agrylen fick ligga kvar tills de första karaktärsbladen var fullt utvecklade. I varmväxthuset blev plantorna brännskadade när vi började gödselvattna i början av juni, på grund av detta stannade tillväxten upp och ändknopp bildades. I kallväxthuset växte plantorna i alla led under juni månad men under juli fortsatte i stort bara de plantor som vattnats med totalavsaltat vatten att växa vidare.

Störst total höjd vid den sista mätningen hade leden som stått i kallväxthus i enhetsjord resp. pluggjord + totalavsaltat vatten. Stamdiametern ökade kraftigt från juli och framåt men några större skillnader mellan leden fanns inte. Troligen p.g.a. för hård vattenstråle har många plantor fått en stamböjning. Hilleshögplantorna blev mycket brännskadade när de sattes ut från varmhus i mitten av juni. Tillväxten stannade av efter denna händelse och ändknopp sattes.

10.2.2 Klibbal, *Alnus glutinosa*.

Alplantor sådda den 28 januari skolades ut i behållarna den 28 april. Plantorna var då mellan 2 och 4 cm långa. Plantorna hade stannat upp i tillväxt vid skolningen p.g.a. av konkurrens i sålådor. Plantorna fick stå täckta med agryl ett par veckor efter skolning. De plantor som ställdes i varmväxthus kom igång att växa relativt snabbt medan de i kallväxthuset i stort sett aldrig kommit igång. Tyvärr missgynnades kallhusplantorna genom att de fick stå mellan andra kraftigväxande arter. Medelhöjden för alla leden i kallhus låg mellan 4 och 8 cm i början på augusti. I varmhuset hade de vid samma tid nått över 17 cm höjd. Stamdiametern var något större i det led som hela tiden stått i varmhus, i övrigt fanns ingen större skillnad. Plantorna i varmhuset sattes tillbaka något av en brännskada de fick av gödsel, dock blev skadan inte så stor som på många andra växtslag. Plantorna på Hilleshög kom igång att växa bra i varmhus. De blev högst av alla led, ca 23 cm, och såg bäst ut trots brännskada i juni.

10.2.3 Vårtbjörk, *Betula pendula*.

Frö bredsåddes i torrt tillstånd över krukseten den 30 april. Fröet täcktes med perlite. I varmhus grodde fröet efter 7 - 8 dagar och i kallhus efter ca 14 dagar. Groningen uppskattades till ungefär 90 %. När plantorna börjat utveckla ett karaktärsblad enkelställdes de.

I varmhuset blev plantorna mycket skadade av gödselbrännskada. Tillväxten stannade upp och det dröjde innan de kom igång igen (fig.13).

På björken syntes tydlig skillnad mellan de olika substraten. Tillväxten var över lag sämst i enhetsjorden, dock förbättrades den av urlakning med totalavsaltat vatten. Även i pluggjorden blev tillväxten störst i det led som urlakats.

I jämförelse mellan de två täckrot-systemen blev tillväxten bäst i HICO. I Kombicell grodde fröna men sedan var tillväxten mycket dålig. Plantorna blev mycket ojämna i lådorna. I enhetsjorden har de klarat sig något bättre. Björkplantorna på Hilleshög nådde dubbla höjden jämfört med det bästa Alnarpsledet (kallhus, pluggjord, urlakat), trots brännskada. Utseendemässigt såg de även finast ut.



Figur 13. Brännskadad, ung björkplanta (mörka partier = grön vävnad).

10.2.4 Avenbok, *Carpinus betulus*.

Stratifierat frö av avenbok enkorn-såddes 27 april. Frö som flöt på vatten sorterades bort. Därefter såddes ett krukset i varje led med osorterat frö och ett med förgrovt frö. De frön som var på gång att gro stod nämligen och 'vippade' i vatt-net p.g.a. att en liten luftblåsa bildats mellan de öppnande fröskal-len. De var på så sätt relativt lätta att skilja ut för hand. Med förgrodda frön blev groningsresultatet mellan 95 och 100%. Osorterat grodde 8 - 43%. I varmhus grodde fröna efter ca 8 dagar, i kallhus efter 14 dagar. Höjdtillväxten verkar ha gynnats när plantorna stått tätt. De led som hade hög groning har alla blivit långa. I varmhus har dock även de glest stående blivit långa. Sämst har tillväxten varit i ledet med enhetsjord, i övrigt är det ingen större skillnad mellan leden. Stamdiametern har dock gynnats av varmhusvistelsen. Plantorna i varmhuset skadades lite av gödsel men tillväxten påverkades inte nämnvärt. Höjdtillväxten var störst under juli men plantorna var fortfarande i växt vid sista mätningen i början på augusti. Avenboken på Hilleshög nådde motsvarande höjd som på Alnarp i leden med dålig groning. Färgen var dock något mörkare på dessa plantor troligen beroende på bättre näringstillgång.

10.2.5 Ask, *Fraxinus excelsior*.

Stratifierat askfrö såddes den 23 april. Frö hade börjat gro så enkelkornsådd med förgrovt frö tillämpades. Sådjun ca 1 cm. Groningsresultatet låg mellan 83 och 95 %. Groningen skedde i varmhus efter ca 7 dagar, i kallhuset blev groningen mer utsträckt i tiden mellan 7 och 20 dagar. I början växte plantorna i varmhuset bäst men de brändes hårt av gödsel och slutade upp att växa redan när skadan skedde i juni. Även kallhusplantorna växte mest under juni, och sträckte sig endast lite under juli. Störst tillväxt blev det i ledet med pluggjord och totalav-saltat vatten, i övrigt blev det ingen skillnad mellan kallhus-leden. Stamdiametern ökade dock betydligt även efter att änd-knoppen satts. Hilleshögplantorna blev betydligt högre än Alnarpsplantorna. Anmärkningsvärt är att antalet noder trots det var lika. Plantorna på Hilleshög fick ett 'spretigt' utseende. Tillväxten avstannade efter brännskada i juni.

10.2.6 Hägg, *Prunus padus*.

Stratifierat frö av hägg såddes den 24 april. Sådjup 1 cm. Efter ca 10 dagar började fröet gro men gröningsresultatet blev dåligt, mellan 5 - 20 %. Vid undersökning av det oögrodda fröet befanns det vara levande men troligen var inte stratifieringsbehovet tillfredsställt för alla frön. Plantorna växte till och med juni, sedan satte de ändknopp. Höjdtillväxten var störst i ledet med enhetsjord. Plantantalet har dock varit så knappt att det är svårt att dra några slutsatser. Av plantutseendet att döma trivdes plantorna bättre i kallväxthus. Plantorna på Hilleshög fick en mycket friskare bladfärg än de på Alnarp och en tät rotfält hade bildats. Planthöjden var dock ungefär samma som hos varmhusleden i Alnarp.

10.2.7 Slån, *Prunus spinosa*.

Stratifierat frö av slån såddes den 23 april. Ca 30 % av fröet hade börjat spricka vid denna tid. Sådjup 1 cm. Gröningsresultatet blev mycket varierande i krukseten, lägst 10 % och högst 88 %. Några abnorma plantor observerades.

Slån växte liksom hägg mest fram till och med juni, då ändknopp sattes. Höjdtillväxten blev störst i de led som stod i kallhus, där nådde de flesta leden över 20 cm i höjd. Stamdiametern ökade även efter att höjdtillväxten slutat. Många av plantorna fick ett något trist utseende p.g.a. att bladen pekar nedåt. Orsaken till detta kan eventuellt vara att plantorna fått stå för torrt någon gång. Slånplantorna på Hilleshög blev inte så långa som kallhusplantorna på Alnarp men de såg ungefär likadana ut. Ändknopp sattes även på dessa plantor i juni.

10.2.8 Skogsek, *Quercus robur*.

Endast ekollon som sjönk i vatten såddes då de flytande allihopa befanns vara skadade. Eken såddes den 27 april. Vissa frön hade redan trängt ut med primroten men någon sortering gjordes inte. Gröningen blev mycket utdragen, även vid sista mätningen i augusti hittades nyögrodda plantor. P.g.a. detta mättes inte höjden förrän vid sista mätningen. Skillnader mellan leden beror troligen mest på individuella skillnader då standardavvikelsen är stor. De plantor som grott tidigt hann växa med en andra flush. Plantorna som stod i varmhus gynnades och hann med en andra flush i större utsträckning än de i kallhus. Ekarna som stod i varmhuset skadades mycket av en gödselbrännskada. Den andra flushens blad blev väldigt smala och konstiga troligen som en följd av brännskadan. I medeltal blev plantorna 17 cm höga. Åtminstone den första tillväxten tycks vara bestämd redan i fröet. Ekplantorna på Hilleshög blev mycket brända i juni men många kom igen med en andra flush.

10.2.9 Rönn, *Sorbus aucuparia*.

Stratifierat frö såddes den 28 april. Sådjup 1 cm. Av 400 sådda frön grodde inte ett enda.

10.2.10 Korgvide, *Salix viminalis*.

Kyllagrade vedartade sticklingar klipptes till ca 5 cm långa bitar och stacks en per behållare den 30 april. Sticklingarna täcktes med agryl som togs av när knopparna brutit och skotten blivit ca 2 cm. Till en början bröt flera knoppar men endast ett, ibland två, skott tog snabbt överhanden. Skotten växte snabbast i varmhus. I början av juli hade dessa plantor nått en höjd av 60 cm och så mycket längre blev de inte delvis beroende på att vatten ofta saknades. Ena upprepningen i leden med HICO-krukan klipptes av till 5 cm och fick bryta på nytt. Någon skillnad mellan substraten syntes inte. Däremot blev tillväxten sämre i Kombicellarken jämfört med HICO. Den mindre krukan gav sämst tillväxt. Den dåliga tillväxten i Kombicell kan troligen skyllas på konkurrensen med nedbrytande svampar som cellulosa binder mycket av näringen i substratet. Tillväxten hos plantorna på Hilleshög blev likartad den hos plantorna i varmhus på Alnarp.

11 MÖJLIGHETER VID TÄCKROTODLING, DISKUSSION.

I det här kapitlet beskrivs odlingen av några träd resp. buskar. Sammanställningen grundar sig dels på litteratur, som för vissa arter varit mycket knapp, och dels på de erfarenheter som jag gjort under sommarens försöksodling.

11.1 Är täckrotodling av lövträd möjlig?

Ett syfte med detta arbete var att försöka ge svar på frågan om täckrotodling är en möjlig metod för lövträd och buskar. Det är inte så svårt att svara ja. Biologiskt sett finns det under plantuppdragningen inget som står i vägen för denna odlingsmetodik men jag tror att det är viktigt att titta på resultatet även på den slutgiltiga växtplatsen. Själva plantuppdragningen är tidsmässigt en liten del av plantans liv men ändå är den mycket betydelsefull för att plantan ska få en god start vid planteringen. Vi behöver veta hur den planta som ska produceras ska vara beskaffad och den kunskapen finns inte ännu.

Täckrotodlingen öppnar många möjligheter till att anpassa tillväxtfaktorererna efter växten och inte tvärtom. Visserligen är kunskapen om hur trädarterna reagerar för dessa faktorer ännu mycket små och mycket arbete måste läggas ned för att samla och bearbeta odlingsdata. Med de förutsättningar som vi har idag kommer en sådan här produktion att vara rätt manuellt arbetskrävande eftersom fröslagen inte tillåter rationaliseringar i hög grad. Täckrotproduktion ställer höga krav på skötsel eftersom substratvolymen är liten och relativt snabbt reagerar på förändringar i t.ex. vattenhalt och näringsinnehåll.

Odlingsmässigt ligger nog de största svårigheterna i att lyckas få fröet att gro så att ett jämnt plantbestånd upprättas och när det upprättats att kunna bevattna vid rätt tidpunkter.

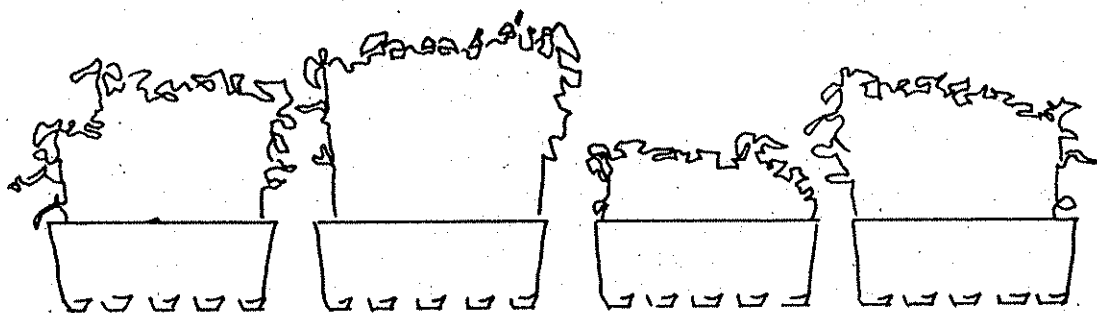
Vad gäller frögroningen tror jag att sådden måste anpassas efter hur fröet uppför sig, t.ex. tillämpas direktsådd på de växtslag som med stor säkerhet ger jämn groning och skolning på de växtslag som är osäkra. God planering kommer att krävas eftersom det är mycket handarbete förknippat med sådden ännu så länge.

Behovet av goda frösorsterings- och konditioneringsmetoder har tidigare inte varit stort så länge sådden har utförts på friland. Växthussådd ställer dock mycket högre krav på fröet. Eftersom det rör sig om många fröslag och relativt små fröpartier tror jag det kommer att dröja med effektiva sorterings- och konditioneringsmetoder. Metoder som utarbetats för t.ex. tallfrö och granfrö skulle i vissa fall kunna anpassas till andra fröslag.

Bevattningen är den andra stora stötestenen. Känsligheten är stor för vattenbrist eftersom plantan är hänvisad till sin relativt lilla substratvolym. Övervattnings är inte heller lämpligt p.g.a. risken för syrebrist. Bevattningsautomatik t.ex. rampbevattning är nödvändigt för att klara vattningen som är mycket tidskrävande. Det gäller att inte låta lura sig av en fuktig substratyta, speciellt i sådana system med luftbeskärning av rötterna torkar substratet även nerifrån och man måste vattna till genomrinning. Torkar rötterna sätts tillväxten tillbaka och i värsta fall skadas plantan så svårt att den inte duger till

Troligen var vattenbrist orsaken till den tidiga ändknoppsbildningen hos slån och eventuellt även ask, lönn och hägg.

Försöken visade också vilken stor betydelse vattenkvaliteten har för tillväxten. Björk gav störst utslag när substratet urlakades med totalavsaltat vatten, se figur 14.



Pluggjord.

Enhetsjord.

Ledningsvatten. Totalavsaltat vatten.

Ledningsvatten. Totalavsaltat vatten.

Figur 14. Resultat vid försök med urlakning med totalavsaltat vatten.

Plantorna fick synbart bättre tillväxt i de urlakade leden. Effekten beror troligtvis antingen på att den totala salthalten varit för hög och sjunkit vid urlakning eller att en eller flera joner t.ex. klorid (Cl^-) urlakats.

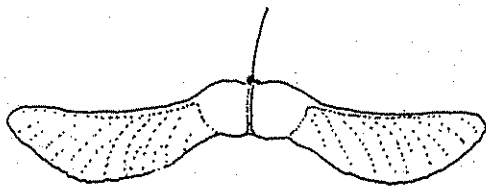
De övriga faktorerna, ljus, näring, temperatur, substrat mm har i och för sig betydelse men troligen är marginalerna större för dessa. Plantorna har som tur är en fantastisk förmåga att anpassa sig till olika förhållanden. Lyckas man bara pejla in de stora dragen, som jag försökt sammanställa i detta arbete, kommer resultatet troligen bli rätt bra.

Angående avmognad och invintring råder det mycket delade meningar om hur den bäst ska gå till. Alla modeller från att växten får sköta det själv utomhus med bibehållen gödselgiva, över successiv nedtrappning av gödselgivan från slutet juli - början augusti till att bryskt "chocka" plantan genom t ex uttorkning tillämpas. Man bör dock vara medveten om att hårdigheten ökar successivt under hösten och att vinterknoppbildning inte betyder att växten är köldhärdig. Bildandet av vinterknopp visar bara på starten för hårdighetsutvecklingen (Weiser 1970). Jag har inte tagit upp så mycket om invintring eftersom det är ett mycket komplext problem som det inte finns möjlighet att närmare belysa i detta arbete.

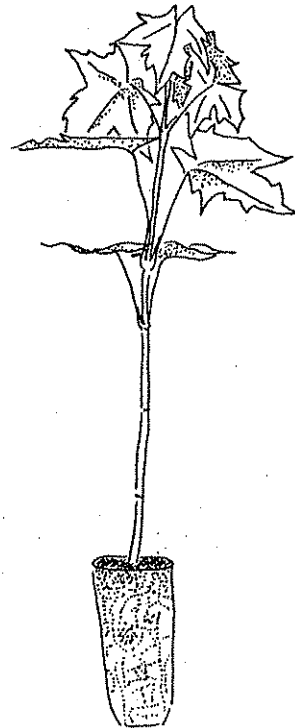
I fortsättningen ska jag ta upp de enskilda växtslagen som jag studerat och närmare beskriva odlingen av dem. I texten nedan använder jag termen frö även om det rent botaniskt kan röra sig om hela frukten.

11.2 Skogslönn, *Acer platanoides*.

Frukten av skogslönn består av två sammansittande vingar och i varje vinge finns vanligen ett frö (figur 15) (Schopmeyer 1974). Frukterna mognar på hösten och frösamlingen sker under oktober till februari enligt Nyholm (1986). Vanligen används inte avvingat frö men vid täckrotodling borde avvingning vara intressant. Fröet blir lättare att hantera utan vingarna. Fröet kräver kallstratifiering i minst 1.5 månad, därefter gror fröet bäst vid 10°C (Judin 1970). Stratifieras fröet längre kan det gro bra även vid så låga temperaturer som under stratifieringen 0 - 3°C (Judin 1970). Groningen går fort och jag tror att man bäst sår direkt i behållaren. Eventuellt kan fröet stratifieras i behållarna, då blir man inte beroende av att passa fröet i stratifieringen. Grott frö är svårt att så eftersom primroten är mycket bräcklig. Den blir snabbt så lång att det är besvärligt med skolning. Groningen är epigeal vilket betyder att hjärtbladen kommer upp ovan mark och assimilerar. Skugga rekommenderas under groddplantetableringen (Schopmeyer 1974). Lönnen växer i omgångar under sommaren. Figur 16 visar hur en täckrotplanta ur försöken såg ut.



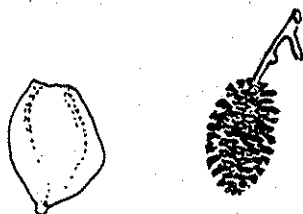
Figur 15. Lönnfrukt.



Figur 16. Lönnplanta.

11.3 Klibbal, *Alnus glutinosa*.

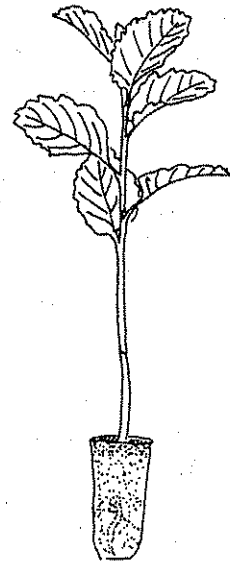
Frösamlingen sker i oktober till februari (Nyholm 1986) men är bäst i november enligt Krüssmann (1981). Fröet finns i små kottar som klängs. Fröet är litet och svårt att hantera vid handsådd se figur 17. Uppgifterna om förbehandling varierar. Schopmeyer (1974) skriver att färskt frö gror direkt medan torkat frö måste stratifieras 6 månader och helst frysas vid -20°C 3 dagar innan sådd. Krüssmann (1981) rekommenderar att blötlägga fröet 14 dagar innan sådd. Andra rekommendationer är att blötlägga fröet i rinnande vatten ca 1 dygn innan sådd. Sådden täcks bara av ett tunt lager då ljus främjar groningen. Eventuellt kan samma teknik som används till björkfröpellettering brukas till alfrö. Detta skulle



Figur 17. Alfrö och alkotte.

möjliggöra direkt enkornsädd. Med opelerat frö är det smidigaste sättet förmodligen att omskola plantor.

Höga temperaturer gynnar groningen, 20 - 30°C och ljus gav bäst groning enligt Heit (1975 ur: Wang, Pitel & Webb 1982). Även den fortsatta tillväxten verkar gynnas av värme. De plantor som odlades i försöken kom igång och växte endast i varmhus med temp över 15°C. Alen svarar tacksamt på vatten och gödning. Figur 18 visar en alplanta ur försöken. Eventuellt kan ympning med baltic kultur eller aljord gynna en jämn tillväxt då spontan bakterieknölbildning ger ojämna bestånd.

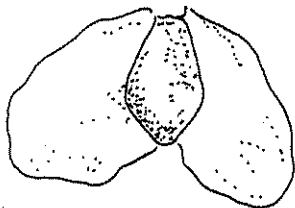


Figur 18.
Täckrotplanta AL.

11.4 Vårtbjörk, *Betula pendula*.

Om björkodling finns en hel del skrivet och i ca 10 skogsplantskolor här i Sverige har man börjat odla täckrotplantor av björk. Intresset för björk har ökat betydligt.

Björkfrö plockas i juli-augusti enligt Nyholm (1986). Björkfröets grobarhet påverkas av värmesumman. Den rätta tidpunkten för insamling kan bestämmas med ledning av värmesumman och praktisk genom att se när de första fröna börjar släppa (Raulo 1986). Björkfröet sitter i hängen som förutom det vingförsedda fröet även innehåller fröfjäll, se figur 19. Fröfjällen avlägsnas genom rensning. Handelsfrö är inte alltid avvingat. Det gör att fröet lätt flyger omkring vid luftrörelser och att det lätt blir elektrostatiskt. På skogsvetenskapliga fakulteten har en metodik att behandla björkfrö inför precisionsädd utvecklats (Björkroth 1972). I metoden ingår fyra steg; rensning av frön från fröfjäll, avvingning, fraktionering för att skilja matade från icke matade och skadade frön samt pellettering för att öka hanterbarheten av fröet. Med en sådan behandling kan hög grobarhet uppnås.



Figur 19. Björkfrö.

Björkfröet kräver goda fuktighets- och temperaturförhållanden för att det ska utvecklas till en groddplanta (Palo 1986, Björkroth & Hultén 1973). Den lägsta temperaturen för groning ligger kring 10°C men då måste fröet först kallstratifieras. Frö som sås torrt kräver temperaturer över 15°C (Palo 1986). groningen stimuleras av dagtemperaturer kring 30°C medan nattemperaturer på 10 - 15°C inte försämrar groningsresultatet (Björkroth & Hultén 1973). Vid låga temperaturer, under 15°C (Hatano & Asakawa 1964), stimuleras groningen av ljuset. Över 20°C har ljusberoendet nästan helt avtagit och endast en kort ljusexponering räcker för ett gott groningsresultat (Björkroth & Hultén 1973). Ljus finns alltid i tillräcklig mängd om fröet är endast täckt med ett tunt lager sand eller dylikt.

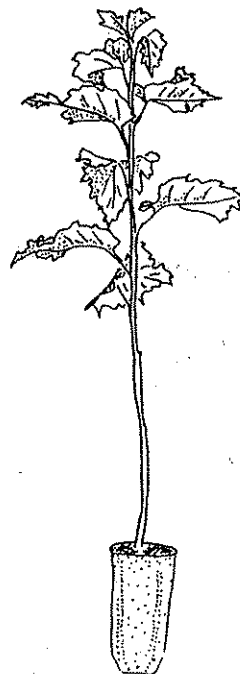
Hög luftfuktighet är väsentligt för ett högt groningsresultat. Korta duschbevattningar med korta mellanrum ökar luftfuktigheten och reducerar alltför höga temperaturer på substratytan. En metod som används i praktiken är att blötlägga fröet i vatten ett dygn före sådd. Fröet har då möjlighet att ta upp tillräckligt med vatten för att groningsprocesserna ska börja.

I en omnämnd undersökning av Raynal och Roman (1982) i Palo (1986) hade pH-värdets inverkan på groning hos *Betula lutea* undersökts. Groningen inhiberades vid pH 3.0 jämfört med pH 5.6. Läänen (info material) rekommenderar pH 5.0 - 5.5 i början av odlingen.

Tillväxten och i synnerhet rottillväxten gynnas av ökad ljusstillgång. En viss beskuggning av såbädden gynnar dock groning och etablering under den första tiden (flera ref. ur Palo 1986). Den fortsatta odlingen gynnas av värme och god tillgång på näring. Björkens näringsbehov har noga undersökts av Ingestad (1971) som funnit att den optimala näringsnivån ligger i relativa tal kring N 100, P 13, K 65, S 9, Ca 7, Mg 8.5.

Det finns uppgifter om att en björk-planta kan växa mer än 1 meter under en växtsäsong (Läänen Tehaat Oy, info material). De plantor som ingick i försöken blev förhållandevis små beroende på missöden med gödselbevattning, troligen dålig vattenkvalitet och en kall och ljusfattig sommar. Efter varje gödsling med näring måste bladen sköljas rena annars uppstår lätt brännskador.

Björk drabbas lätt av björkrost, *Melampsoridium betulinum*. Angrepp visar sig under sommaren som små, gula sommarsporangier på undersidan av bladen. Spridningstoppen infaller i augusti. De infekterade bladen fälls tidigare än normalt och svaga plantor kan dödas av svampen. Björkrost bekämpas med gängse rostmedel, Plantvax (Nilsson 1986, Raulo 1987).



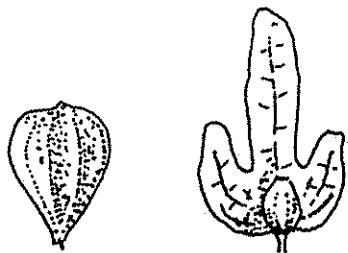
Figur 20.
Täckrotplanta björk.

11.5 Avenbok, *Carpinus betulus*.

Frö av avenbok plockas från november och fram till våren (Nyholm 1986). Dormancy orsakad av embryo och endosperm måste först brytas genom stratifiering. Nyholm (1986) anger att fröet först behöver 3 - 5 månaders varmstratifiering vid 20°C och därefter 3 - 5 månader kallstratifiering vid 5°C. Tidigt plockat frö (fortfarande grönt) kan gro direkt efter skörd (Schopmeyer 1974). För att undvika allför spridd groning rekommenderas i Schopmeyer (1974) att stratifiera fröet över 2 år.

För sådd i behållare måste fröet först rensas från blad och 'frövingar' se figur 21. Efter stratifiering skulle jag föreslå att förgrott frö sorteras ut och sås, frö som inte grott kan eventuellt stratifieras längre. En metod att sortera fram

förgrött frö skulle vara rätt enkel att utveckla om de fröegenskaper som beskrivits i kap 10.2 utnyttjas. På detta sätt kan enkornsådd utnyttjas och en mycket hög plantprocent uppnås.



Figur 21. Frö avenbok och frö med stödblad.

Vid frötestning får avenbok gro vid alternerande temperatur, 15°C i 16 timmar och 25°C i 8 timmar och ljus (Gordon & Rowe 1982). Groningen gick också snabbast i varmförsöken. Att sträckningstillväxten gynnas av högre planttäthet visas i försöken, plantor som vuxit i konkurrens blev över lag högre än plantor som inte stått så tätt.

11.6 Ask, *Fraxinus excelsior*.

Askfröet plockas antingen strax före fullmognad i slutet augusti början september (Krüssmann 1981, Walkenhorst 1981) eller i september till januari (Nyholm 1986) när frukterna lossnar från fästena på grenen (Walkenhorst 1981). Fröet är avbildat i figur 23.



Figur 23. Askfrö.

Asken har flera typer av frövila, dels underutvecklat embryo som först måste växa till och dels ett för syre ogenomträngligt fröskal och embryovila (Billing Hansen 1983). Fröet måste först stratifieras. Nyholm (1986) anger 3 - 5 månader vid 20°C och därefter 3 - 5 månader vid 5°C . Tidigt skördat frö läggs direkt till stratifiering utomhus. Under ca 3 månader växer embryot till. Senast i februari ställs fröet inklusive stratifieringsmaterial in i kyl, $+2^{\circ}\text{C}$. Fröet kan sedan sås ut på våren. Sent skördat frö kan lagras torrt i kylrum. Det läggs till stratifiering utomhus på sensommaren och sås sedan ut på våren år 2 (Walkenhorst 1981).



Figur 22. Täckrotplanta AVENBOK.

Även asken kan sås med förgrött frö. Sker sådden för hand kan frön med grodd rätt enkelt sorteras fram. På detta sätt uppnås en hög plantprocent.

Groningen kan försiggå vid rätt höga temperaturer om stratifieringsbehovet är tillfredställt. Vid frötestning används växlande temperatur, 20°C i 16 timmar och 30°C i 8 timmar med ljus (Gordon & Rowe 1982). Judin (1970) fann att groningen blev störst vid temperaturer mellan $5 - 10^{\circ}\text{C}$ efter 3 månaders stratifiering.

Asken växer kontinuerligt till hösten, men verkar vara mycket känslig för störningar. Alla plantor i försöken stannade upp i växt och satte knopp redan i juni. I några fall brännskadades bladen och därefter slutade tillväxten. Torka kan också vara en orsak till att de slutade växa i höjd. Stamtillväxten fortsatte även efter att toppen slutat växa. Fler försök måste göras för att se om det går att få större plantor.

11.7 Hägg, *Prunus padus*.

Häggbär skördas i juli-augusti (Nyholm 1986). Bären rensas från fruktkött och läggs direkt till stratifiering. Bär med fruktköttet kvar under stratifiering ger ofta sämre gröningsresultat (*P. avium*) (Billing Hansen 1983). Uttorkning av fröskalet gör att det blir hårt och grobarheten minskar, detta gäller *Prunus*arter i allmänhet (Billing-Hansen 1983). Figur 25 visar fröets utseende.



Figur 25. Häggfrö.

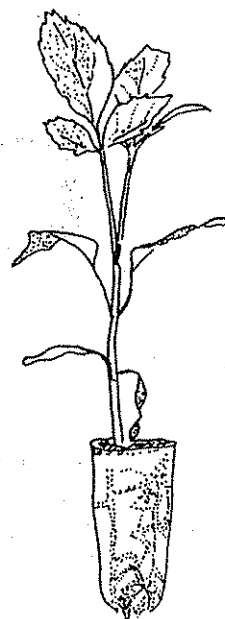
Häggen har embryodormancy (Schopmeyer 1974). Stratifiering sker enligt Nyholm (1986) först i 2 - 3 månader vid 20°C och sedan 3 - 6 månader vid 5°C. Uppgifter i Schopmeyer (1974) visar att gröningsstemperaturen för hägg bör ligga mellan 5 - 10°C. Högre temperatur ger sämre grönning eller till och med upphov till sekundär vila. Fröet sås när fröskalet spricker och innan roten börjar växa, då den är mycket

skör. Förgrodda frön kan vara ett alternativ vid täckrotodling eftersom häggen gärna groor över en lång tidsperiod.

De plantor som grodde i försöken slutade att växa ungefär samtidigt, redan i slutet av juni. Normalt växer plantorna kontinuerligt fram till hösten. Tillväxtstoppet kan ha orsakats av vattenbrist någon gång under juni. Fler försök med frösortering och odling måste göras.

11.8 Slån, *Prunus spinosa*.

Frukterna av slån plockas när de mognat i september till oktober (Nyholm 1986). Även slån har embryovila och kräver stratifiering (Schopmeyer 1974). Uppgifterna varierar dock betydligt. I Nyholm (1986) finns angivet 2 - 4 månader vid 20°C och 4 månader vid 5°C. Schopmeyer (1974) anger knapp 6 månader kallstratifiering och Gordon & Rowe (1982) 0.5 månad varmstra-

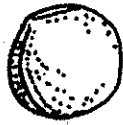


Figur 24.
Täckrotplanta ASK.



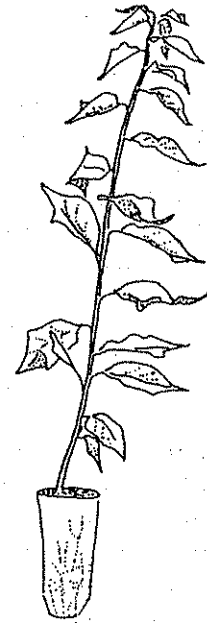
Figur 26.
Täckrotplanta HÄGG.

tifiering och 4.5 månad kallstratifiering, figur 27. Borttagning av endokarp ökade groningen (Schopmeyer 1974).

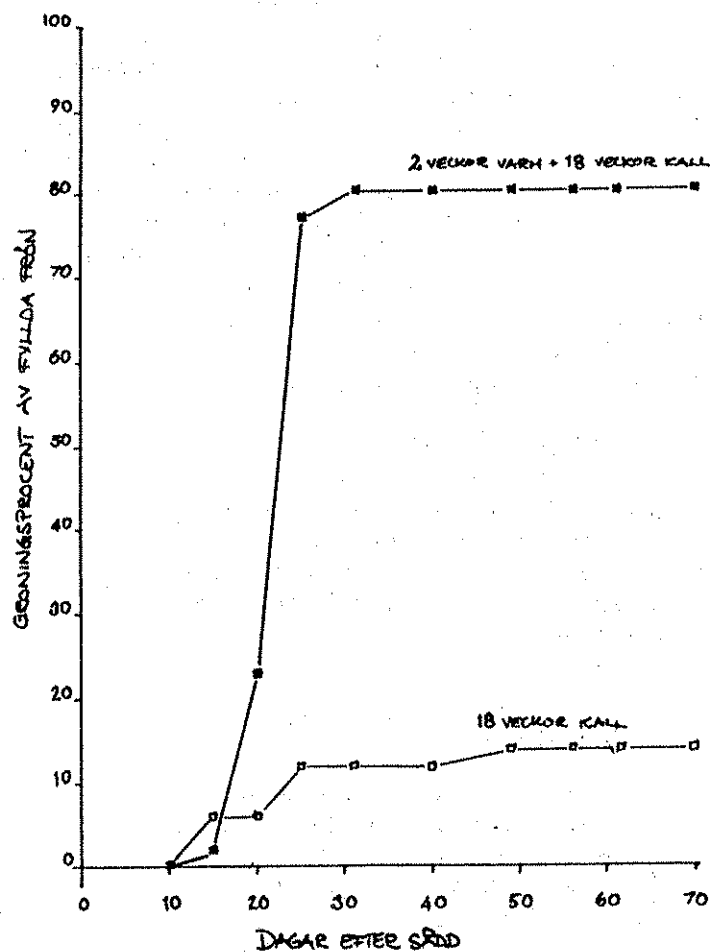


Figur 27. Slånfrö.

Låga groningstemperaturer anges för slån i Schopmeyer (1974), kring 5°C. Låga temperaturer tycks även gynna den fortsatta sträckningstillväxten, de led som stod i kallväxthus blev över lag längre än de som stod i varmhus. Tillväxten stannade redan i juni och även här tros orsaken vara torka.



Figur 28. Täckrotplanta SLÅN.



Figur 29. Groning, Slån, *Prunus spinosa*. (Ur Gordon & Rowe 1982.)



11.9 Skogsek, *Quercus robur*.

Insamling av ekollon sker i september till och med oktober enligt Nyholm (1986). Eken har ingen egentlig frövila. Fröet får aldrig torka ut utan hålls fuktigt (30 - 35 %) under lagringsperioden (Krüssmann 1981). Fröet måste också skyddas mot att ta värme under lagringen. Figur 30 visar ekollon.

Figur 30. Ekollon.

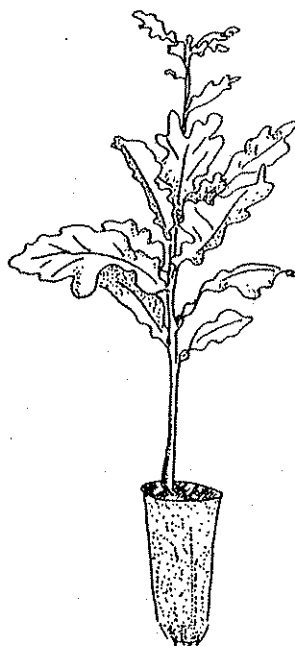
Storleksfraktionering av ekollonen kan vara av värde då både höjd och hypokotylediameter är positivt korrelerat med ekollonets storlek (Gukov 1981). En annan undersökning har visat att första årets tillväxt är mycket beroende av innehållet i fröets kotyledoner (Brookes et al 1980). Detta förhållande har också visat sig i försöken där storlekstillväxten i stort sett inte kunnat styras och med stor individuell variation. Det är stor skillnad i fröstorlek och frökvalitet mellan olika frökällor. Detta bör man ta hänsyn till vid sådd (Bövre 1985).

Skadade och döda frön sorterades i försöken bort genom flotation i vatten. I den flytande fraktionen fanns inga livsdugliga frön vid undersökning genom snittning. Ekollon som uppenbarligen var angripna av svamp eller insekter sorterades bort vid sådden. Eventuellt hade en del frön torkat för mycket då innehållet inte fyllde upp skalet helt. Torkat frö mister i grobarhet (Schopmeyer 1974).

Ekollonen är lätta att hantera p.g.a. storleken och enkornsådd är att föredra, i behållare med liten diameter går det ändå bara att så ett frö. Säkrast plantresultat fås om förgrodda frön sås ut. Ekollonets grodd är relativt oöm och kan bli ett par cm innan sådd utan att ta skada, förutsatt att ekollonen inte förvaras för torrt. En del ekollon producerar 2 plantor varför enkelställning inte helt undviks med enkornsådd.

I försöken blev groningsförloppet mycket utdraget, nya plantor kom upp under hela sommaren. Groningen är hypogeal, d.v.s. hjärtbladen förblir i fröskalet och assimilerar inte.

Eken karaktäriseras av periodvis tillväxt av skotten. Förlängningen av skottet sker snabbt på några veckor och därefter bildas en terminalknopp även om tillväxtförhållandena är bra. Efter en viloperiod på 4 - 6 veckor kan en ny tillväxtomgång (flush) bryta. Under gynnsamma förhållanden kan unga plantor bryta 3 - 4 gånger under en säsong (Longman & Coutts 1974). Troligen får man här i Sverige inte så många flusher. I försöken fick vi 1 - 2 flusher, tidigt grodda ekollon hann ofta med en andra flush. Starten på flushen (utom den första, direkt ur fröet) tycks vara beroende av fotoperioden medan avslutandet styrs internt (Longman & Coutts 1974). Behandlingar som ger ett relativt större rot/skottförhållande gynnar ny



Figur 31. Täckrotplanta EK.

skotttillväxt t.ex. gödsling och beskärning (Longman & Coutts 1974).

Eken har en kraftig pålrotbildning. Om roten beskärs uppträder nya laterala rötter strax ovanför där roten beskärts eller hämmats i tillväxt (Lamond et al 1980). Rötterna växer mer eller mindre under hela växtsäsongen men påverkas av miljöfaktorer som temperatur och stress. Rötterna växer vid temperaturer över 5 °C medan skotten inte börjar växa förrän vid temperaturer kring 8 - 10 °C (Longman & Coutts 1974).

Unga ekplantor drabbas lätt av mjöldag. Angrepp visar sig som en mjöllik beläggning på bladen. Mjöldagg är en parasitsvamp och angripna vävnader skadas och dör. Flera kemiska bekämpningsmedel finns (Nilsson 1986).

11.10 Rönn, *Sorbus aucuparia*.

Rönnbär plockas under augusti och september när de mognar (Nyholm 1986). Fröet rensas från fruktköttet som innehåller groningshämmande substanser. Fröet behöver en period av stratifiering beroende på fysiologisk vila i embryot (Billing Hansen 1983). Nyholm (1986) rekommenderar 2 - 3 veckor varmstratifiering (20 °C) och därefter 4 - 5 månader kallstratifiering (1 °C). Stratifieringen sker direkt efter skörd (Krüssmann 1982). Många andra förslag på lagring och stratifieringstider kan hittas i litteraturen (Schopmeyer 1974). Rönnen är känslig för höga gronings-temperaturer då den lätt faller in i sekundär vila.



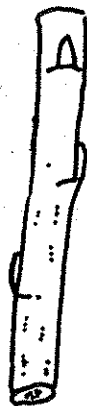
Figur 32. Rönnfrö.

Fröet i försöken hade uppenbarligen inte fått en tillräcklig stratifieringsperiod då inte ett frö av ca 600 sådda grodde. De flesta fröna befanns dock vara levande när de snittades.

Skolning av småplantor är ett alternativ när groningen är osäker. Fröet är relativt litet och svårt att hantera varför bredsådd och följande skolning förmodligen skulle ge säkrast plantresultat.

11.11 Korgvide, *Salix viminalis*, sticklingförökning.

Korgvide togs med i försöken för att ha någon sticklingförökad art att jämföra med. Valet av växtslag motiverades av att en lättrotad och snabbväxande art önskades för att om möjligt se begränsningarna i täckrotodlingen. Salixen växte också mycket, speciellt i HICO-systemet. I Kombicell blev plantorna rätt små och de nedersta bladen gulnade fort. Näringsbrist p.g.a. konkurrens med pappersnedbrytande svamp är troligen orsaken. I HICO-krukorna nedsattes växten betydligt av vattenbrist, Salixen visnade alltid först av växtslagen. Många plantor blev så svårt skadade att toppen dog och rötterna torkade. Om det var krukstorleken i sig eller vattenbrist som gjorde att plantorna slutade att växa vid ca 60 cm höjd är en obesvarad fråga.



Kan bara vatten- och näringstillförseln styras ser jag inga hinder att odla sticklingplanter i täckrotsystem. När plantorna rotat sig blir odlingen lik tillväxtfasen vid fröförökade växter. Problemen kring sticklingförökning har jag inte tagit upp här eftersom det är ett enormt område och täckrotmetodiken i sig inte medför så speciellt mycket nytt. Sticklingplanter har redan en längre tid rotats och odlats i växthus och tunnlar. Olika typer av plantbrätten som till stor del liknar täckrotsystemen används.

Figur 33.
Stickling korgvide.

12 LITTERATURFÖRTECKNING.

- Balmer, W. E., 1974. Containerization in Southeast. S 38 - 41 In: Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agric. Counc. Publ. 68, 458 s. (Denver, Colo., Aug. 1974)
- Bengtsson, I., 1986. Odling och plantering av småplantor av köksväxter. (Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Alnarp.) Publicerad av lantbruksnämnden i Malmö.
- Benzer, B., 1985. Mykhorrisa och skogsfrö. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift nr 1. s. 83 - 88.
- Bewley, J. D., & Black, M. 1985. Seeds. Physiology of development and germination. New York: Plenum press.
- Billing Hansen, O., 1983. Fröformering av lignoser. Hovedoppgave Norges Lantbrukshøgskole.
- Björkroth, G., 1972. Behandling av björkfrö inför precisionssådd. (Skogshögskolan, Institutionen för skogsförnygring, Rapporter och Uppsatser nr 39). 31 s. Stockholm.
- Björkroth, G. & Hultén, H., 1973. Produktion av fröplantor av björk (*Betula verrucosa*) i växthus - redovisning av två försök. (Skogshögskolan, Institutionen för skogsförnygring, Rapporter och Uppsatser nr 47). Stockholm.
- Brix, H. & van den Driessche, R., 1974. Mineral nutrition of container-grown tree seedlings. s. 77 - 84. In: Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agric. Counc. Publ. 68, 458 s. (Denver, Colo., Aug. 1974).
- Brookes, P.C., Wigston, D.L. & Bourne, W.F., 1980. The dependence of *Quercus robur* and *Quercus petraea* seedlings on cotyledon potassium, magnesium, calcium, and phosphorus during the first year of growth. *Forestry*. 53, 2, sid. 167 - 177.
- Bövre, O., 1985. Planteproduktion af eg af forskellige frøkilder. Statens planteavlfsforsög, Meddelelse nr 1824.
- Davis, R. E. & Whitcomb, C. E., 1975. Effects of propagation container size on development of high quality seedlings. *Proc Inter Plant Prop Soc.* vol 25. s. 448 - 453.
- Faktablad växtskydd 28 T. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst för växtskydd.
- Forbes, D.C. & Barnett, P.E., 1974. Containerized hardwoods. A partial summary of current work in production, establishment and cultural needs. s. 129 - 132. In: Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agric. Counc. Publ. 68, 458 s. (Denver, Colo., Aug. 1974).

- Galston, A.W., Davis, P.J. & Satter, R.L., 1980. The life of the green plant. 3:e upplagan. Engelwood cliffs. New Jersey: Prentice-Hall.
- Gordon, A.G. & Rowe, D.C.F., 1982. Seed manual for ornamental trees and shrubs. Forestry Commission Bulletin 59. London: HMNO.
- Gukov, B.V., 1980. Effect of acorn and mother tree size on growth of one-year-old seedlings of *Quercus robur*. Puti i metody povysh. produktivn. lesov TsChO. Materialy 3-i Nauch.-prakt. konf. molod. uchenykh; Dep 70-ld; 16 - 19. (Ur referat).
- Hagner, M., 1985. Förgrödda frön. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift, nr 1. s. 57 - 63.
- Hart, J. W. & Hanover J. W., 1979. Practical requirements for controlled environment nursery stock production. Proc Inter Plant Prop Soc. vol 29. s. 304 - 313.
- Hartmann, H. T. & Kester, D. E., 1983. Plant propagation, principles and practices. Engelwood cliffs. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Hatano, K. & Asakawa, S., 1964. Physiological processes in forest tree seeds during maturation, storage and germination. s. 279 - 323. (In: Romberger, J A. & Mikola, P. 1964. International review of forestry research. vol 1. Academic press).
- Heit, C. E., 1967. Propagation from seed 6. Hardseededness - a critical factor. Am. Nurseryman 125 (10). s. 10 - 12, 88 - 96. Ej sett, ref i Billing Hansen 1983.
- Heydecker, W. (ed)., 1973. Seed ecology. Proceedings of Ninteenth Easter School Agricultural Science. University of Nottingham. London: Butterworth.
- Hultén, H., 1985. Frögroning och groningsmiljö. Plantnytt nr 3. Sveriges lantbruksuniversitet. Avd. för skogsförnyelse. skogshögskolan. Garpenberg.
- Ingestad, T., 1967. Nutrient needs of seedlings and young trees. Proc. Colloq. Forest Fertilization. Jyväskylä. Int Potash Institut. s. 139 - 141.
- Ingestad, T., 1970. A definition of optimum natrient requirements in birch seedlings I. Physiol. Plant 23: 1127 - 1138.
- Ingestad, T., 1971. A definition of optimum nutrient requirements in birch seedlings II. Physiol. Plant 24: 118 - 125.
- Ingestad, T., 1979. A definition of optimum nutriet requirements in birch seedlings III. Physiol. Plant. 46: 31 - 35.
- Ingestad, T. & Lund, A-B., 1979. Nitrogen stress in birch seedlings I. Physiol. Plant. 45: 137 - 148.
- Ingestad, T., 1979 b. Nitrogen stress in birch seedlings II. Physiol. Plant. 45: 149 - 157.

- Ingstad, T., 1981. Nutrition and growth of birch and grey alder seedlings in low conductivity solutions and at varied relative rates of nutrient addition. *Physiol. Plant.* 52: 454 - 466.
- Judin, V.G., 1970. The optimal germination temperature for tree seeds depending on the duration of the cold stratification. International symposium on seed physiology of woody plants. Kornik. Polen. s. 85 - 70.
- Kelly, R.J. & Mecklenburg, R.A., 1980. Growth respons of European birch seedlings to daylength and root pruning. *HortScience* 15(6): 828 - 829.
- Koski, V. & Selkäinaho, J., 1982. Experiments of the joint effect of heat sum and photoperiod on seedlings of *Betula pendula*. *Communicationes Instituti Forestali Fenniae* 105.
- Kozlowski, T.T., 1972. Seed biology. vol 1. London: Academic press.
- Kramer, P.J. & Kozlowski, T.T., 1979. Physiology of woody plants. New York: Academic press.
- Krizek, D. T., Bailey, W.A., Kleuter, H.H. & Cathey, H.M., 1968. Controlled environments for seedling production. *Proc Inter Plant Prop Soc.* vol 18. s. 273 - 280.
- Krüssman, G., 1981. Die baumschule. 5:e uppl. Berlin, Hamburg: Paul Parey.
- Lamond, M., Tavakol, R. & Riedacker, A., 1983. Influence d'un blocage l'extremite ndu pivot d'un semis de chene, sur la morphogenese de son systeme racinaire. (Effect of blocking the tip of the taproot on root development of oak seedlings). *Annales des Sciences Forestieres*; 40, 3, 227 - 249. (Ur abstract).
- Lewitt, J., 1980. Responses of plants to environmental environmental stresses. vol 1: Chilling, freezing and high temperature stresses. New York: Academic press. s. 137 - 153.
- Longman, K. A. & Coutts M.P., 1974. Physiology of the oak tree. (In: Morris, M G. & Perring, F H. (eds) 1974. The british oak. Conference reports Botanical society of the British Isles). s. 194 - 221.
- Mayer, A. M. & Poljakoff-Mayber, A., 1982. The germination of seeds. 3:e upplagan. Oxford: Pergamon press.
- Milhet. & Costes., 1984. Effects of CO₂-enrichment on growth of leafy and coniferous young trees. *Acta Horticulture* 162. sid. 75 - 82.
- Nikolaeva, M. G., 1977. Factors affecting the seed dormancy pattern. sid. 51 - 76. In: Khan, A A. (ed). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. Amsterdam: North Holland Publishing Co.

- Nilsson, L., 1986. Kompendium i växtpatologi. Sjukdomar hos trädgårdsväxter. (Undervisningsmaterial i växtpatologi, Alnarp).
- Norrfaik, M., 1982. Rapport för projektet 'Vilken planttyp ska vi ha'. Domänverket.
- Nygren, J., 1986. Fröforskning I, K. Skogs- o. Lantbr.akad. tidskr. 125:173 - 174.
- Nyholm, I., 1986. Håndbog i fröbehandling. Dansk plantskoleforening.
- Nymann-Eriksen, E., 1986. Föreläsningssanteckningar Pp 5, Alnarp.
- Nymark-Larsen, O., 1978, Formering ur: Havens planteleksikon, De samvirkende danske kageselskaber, del A - N.
- Palo, I., 1986. Björkfröets groning och björkplantors etablering, Inst. för skogskötsel, SLU, Arbetsrapport nr 11.
- Phipps, H. M., 1974. Influence of growing media on growth and survival of containergrown seedlings. s. 398 - 400. In: Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agric. Counc.Publ. 68, 458 s. (Denver, Colo., Aug. 1974).
- Raulo, J., 1987. Björkboken. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Rudin, L., 1979. Containerodling av plantskoleväxter. Sveriges Lantbruksuniversitet. Konsulentavd. rapporter. Trädgård 158.
- Sahlén, K., 1986, Fröforskning II, K. Skogs- o. Lantbr. akad.tidskr. 125:175 - 181.
- Samuelsson, H., 1982. Täckrotsystem - Översikt av täckrotsystem i Sverige. Forskningstiftelsen Skogsarbeten - Resultat nr 22.
- Schopmeyer, C. S. (red)., 1974. Seeds of woody plants in the United States. USDA Agr. Handbook No 450. Washington DC. US Govt Printing Office.
- Simak, M., 1985. Konditionering av skogsfrö. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift nr 1. s. 3 - 7.
- Spencer, H. A., 1985. Container grown tree seedlings - a forestry technique for arboriculture. Arboricultural Journal vol 9, sid. 57 - 60.
- Tinus, R. W. & McDonald, E., 1979. How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. General Technical Report RM-60, USDA Forest Service.
- Tinus, R.W., 1974. Large trees for the Rockies and the PLains. s. 112 - 118. In: Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agric. Counc.Publ. 68, 458 s. (Denver, Colo., Aug. 1974).

van Eerden, E., 1974. Growing season production of Western conifers. s. 93 - 103. In: Proc. North Am. Containerized For. Tree Seedling Symp., Great Plains Agric. Counc. Publ. 68, 458 s. (Denver, Colo., Aug. 1974).

Walkenhorst, R., 1984. Die Saatgut-Vorbehandlung. Allgemeine Forstzeitschrift 39. s. 890 - 893.

Wang, B.S.P., Pitel, J.A. & Webb, D.P., 1982. Environmental and genetic factors affecting tree and shrub seeds. Advances in research and technology of seeds. Part 7. s. 87 - 135.

Weiser, C.J., 1970. Cold resistance and injury in woody plants. Science. vol 169. s. 1269 - 1278.

Örlander, G. & Gemmel, P., 1979. Luftbeskärning av plantrötter. Ett plantodlingsystem för plantor odlade i mineralull. (Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogs-skötsel. Interna rapporter 1979 -1).

Personliga meddelanden:

Göransson Britt-Marie. Wallco tel. 023 - 340 40

Lagerström Thomas. SLU Inst för landskapsplanering.

Hulten Håkan. SLU Inst för skogsproduktion.

Rudin Lars. LN Malmö

Christerström Lars. SLU Inst för ekologi och miljövård.

Kemikalieinspektionen. tel. 08 - 730 57 00

FÖRSÖKS- LED	JUNI				JULI				AUGUSTI				VÄXT- SLAG				
	HÖJD (cm)		PLANT- PERCENT	REL. TAL	HÖJD (cm)		PLANT- PERCENT	REL. TAL	HÖJD (cm)		PLANT- PERCENT	REL. TAL	STANDIAMETER (mm)		VÄXT- SLAG		
	\bar{X}_1	S_1			\bar{X}_2	S_2			\bar{X}_3	S_3			\bar{Y}_1	$\bar{X}_2 - \bar{X}_1$		\bar{X}_3	S_3
	%		%		%		%		%		%		%				
HPV	100	8.6	100	100	9.2	2.6	100	0.6	2.2	100	9.5	2.8	100	3.3	1.0	100	ACER PLATANOIDES - SKOGLÖNN
2 HPV	100	11.5	100	133	12.4	1.4	134	0.9	2.5	133	12.6	1.3	133	3.3	0.7	100	
HPVS	100	9.9	100	115	11.1	1.8	120	1.2	2.5	120	11.4	1.9	120	2.8	0.8	85	
2 HPV	100	10.4	92	120	11.2	2.6	122	0.8	2.4	124	11.8	2.3	124	2.9	0.6	89	
HPKS	92	7.9	92	91	13.3	2.7	144	5.4	2.0	143	13.6	3.3	143	3.2	0.5	97	
2 HPV	100	8.2	100	96	11.9	1.9	128	3.7	1.9	126	12.0	2.1	126	2.8	0.5	83	
HPKSU	95	7.1	95	83	12.6	5.2	137	5.5	2.0	159	15.1	4.6	159	3.2	0.4	97	
2 HPV	100	7.6	100	89	12.8	4.1	138	5.2	2.0	170	16.1	4.8	170	3.0	0.3	91	
HEKS	100	8.1	100	94	14.9	4.3	161	6.8	2.1	166	15.8	5.3	166	3.2	0.6	98	
2 HPV	100	7.2	100	84	13.6	4.8	147	6.4	2.0	147	14.0	5.2	147	2.8	0.9	85	
HPHi	1		88	161	14.9	6.9	161		88	166	15.8	5.3	166	2.9	1.0	89	
2			90	203	18.8	3.1	203		90	204	19.4	1.7	204	3.1	1.3	95	
Förklaringar till bokstavskombination försöksled.																	
Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.																	
H = HICO-kruka																	
Kc38 = Kombicell 38																	
Kc47 = Kombicell 47																	
P = Pluggjord																	
E = Enhetsjord																	
V = Varmhus																	
K = Kallhus																	
S = Skugghall																	
Hi = Hilleslög																	
U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.																	

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka
 Kc38 = Kombicell 38
 P = Pluggjord
 V = Varmhus
 S = Skugghall
 U = Utlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47
 E = Enhetsjord
 K = Kallhus
 Hi = Hilleshög

AUGUSTI

JULI

JUNI

BETULA PENDULA - VARTBJÖRK

Bilaga 3

FÖRSÖKS- LED	JUNI			JULI			STAM- DIAMETER (mm)	RANT- PROCENT	AUGUSTI			VÄRT- SLAG					
	HÖJD (cm)			HÖJD (cm)					HÖJD (cm)			STANDIAMETER (mm)					
	\bar{X}_1	S_1	REL. TAL.	\bar{X}_2	S_2	REL. TAL.			$\bar{X}_2 - \bar{X}_1$	\bar{Y}_1	\bar{X}_3	S_3	REL. TAL.	$\bar{X}_3 - \bar{X}_2$	\bar{Y}_2	S	REL. TAL.
	%																
HPVS 1				6.8	3.4	321			13.3	3.2	281	6.5	2.3	0.5	206		
2				8.6	3.4	402			16.0	6.9	337	7.4	2.4	0.8	215		
HPVV 1				5.3	1.0	250			12.5	1.6	263	7.2	2.1	0.2	184		
2				5.7	2.6	266			10.2	1.8	214	4.5	1.9	0.5	170		
HEVS 1				4.2	1.4	200			8.2	2.0	174	4.0	1.7	0.4	150		
2				4.1	2.5	194			7.4	4.7	155	3.3	1.7	0.5	150		
HEVV 1				3.0	2.2	141			4.8	3.3	100	1.8	1.1	0.3	100		
2				2.1	1.2	100			4.8	3.1	100	2.7	1.2	0.4	111		
HPKS 1				4.8	2.0	223			14.0	3.3	295	9.2	1.9	0.2	165		
2				4.4	1.1	206			11.7	2.3	247	7.4	1.9	0.4	166		
HPKSU 1				6.5	1.2	305			15.9	2.0	334	9.4	2.1	0.2	188		
2				6.8	1.8	317			15.6	1.8	329	8.8	2.2	0.5	199		
HEKS 1				2.6	1.2	123			3.9	1.9	82	1.3	1.1	0.3	105		
2				3.1	0.6	147			4.5	1.5	95	1.4	1.4	0.2	122		
HEKSU 1				5.2	1.7	246			9.2	2.3	195	4.0	1.8	0.3	160		
2				4.4	0.7	206			8.1	1.6	171	3.7	1.4	0.4	127		
KC47PKS									2.4	1.0	51						
KC47EKS									5.7	2.1	120						
KC38PKS									1.9	0.6	40						
KC38EKS									5.3	2.9	112						
HPHt 1				11.2	1.7	528			33.9	3.6	713	22.7	3.5	0.0	310		
2				11.9	1.5	558			32.9	7.0	692	21.0	3.2	0.5	288		
Förklaringar till bokstavskombination föröksled.																	
Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.																	
HICO-kruka																	
Kc38																	
Kombicell 38																	
P																	
Pluggjord																	
V																	
Varmhus																	
S																	
Skugghall																	
Ht																	
Hilleshög																	
K																	
Kallhus																	
E																	
Enhetsjord																	
Kc47																	
Kombicell 47																	
U																	
Utlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.																	

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhush + skugghall.

H HICO-kruka
Kc38 Kombicell 38
P Pluggjord
V Varmhus
S Skugghall
U Utlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

FÖRSÖKS- LED	JUNI				JULI				AUGUSTI				STANDARDIUMETER (mm)				VÄXT- SLAG												
	HÖJD (cm)		PLANT- PROCENT	%	HÖJD (cm)		STAM- DIAMETER (mm)	PLANT- PROCENT	%	HÖJD (cm)		REL.TAL	$\bar{X}_2 - \bar{X}_1$	\bar{Y}_1	%	\bar{X}_3		S ₃	REL.TAL	$\bar{X}_3 - \bar{X}_2$	\bar{Y}_2	S	REL.TAL						
	\bar{X}_1	S ₁			\bar{X}_2	S ₂				REL.TAL	\bar{X}_3													S ₃	REL.TAL	$\bar{X}_3 - \bar{X}_2$	\bar{Y}_2	S	REL.TAL
HPVV 1	38				17.6	4.7	176			38	29.0	8.0	172	3.6	0.4	189	CARPINUS BETULUS - AVENBOK												
2	100				16.4	2.4	164			100	24.6	5.9	146	2.9	0.5	149													
HPVS 1	40				14.7	2.5	147			43	22.7	3.5	134	3.0	0.0	155													
2	98				18.2	3.2	182			98	24.6	4.6	146	2.7	0.4	139													
HPKS 1	35				8.0	3.1	80			38	14.8	3.6	88	1.9	0.5	101													
2	100				12.2	0.9	122			100	24.4	1.8	145	2.4	0.4	123													
HPKSU 1	33				7.1	2.6	71			45	13.5	3.0	80	1.9	0.2	98													
2	98				11.7	1.9	118			98	25.6	3.7	152	2.1	0.2	110													
HEKS 1	23				7.3	2.0	73			28	10.0	2.3	59	1.7	0.4	90													
2	95				10.0	1.8	100			95	16.9	3.7	100	1.9	0.2	100													
HPHi 1	1				8.4	3.3	84			25	14.9	4.6	88	2.6	0.5	133													
2					8.1	3.2	81			35	16.2	6.1	96	2.9	0.5	152													

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka
Kc38 = Kombicell 38
P = Pluggjord
V = Varmhus
S = Skugghall
U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47
E = Enhetsjord
K = Kallhus
Hi = Hilleshög

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka

Kc38 = Kombicell 38

P = pluggjord

V = varmhus

S = Skugghall

U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47

E = Enhetsjord

K = Kallhus

Hi = Hilleshög

FÖRSÖKS- LED	JUNI				JULI				AUGUSTI				STANDARDIUMETER (mm)				VÄXT- SLAG
	HÖJD (cm)		REL. TAL	S ₁	HÖJD (cm)		REL. TAL	S ₂	HÖJD (cm)		REL. TAL	S ₃	HÖJD (cm)		REL. TAL	S ₄	
	%	\bar{x}_1			%	\bar{x}_2			%	\bar{x}_3			%	\bar{x}_4			
HPVV 1	85	4.6	100	1.0	85	5.7	100	1.1	2.5	85	5.9	100	0.2	3.0	0.6	100	FRAXINUS EXCELSIOR - ASK
2	95	5.9	128	1.2	95	7.3	128	1.4	2.2	95	7.4	127	0.1	3.3	0.4	110	
HPVS 1	88	5.3	116	1.2	88	7.6	133	2.3	2.5	88	7.6	129	0.0	3.1	0.7	105	
2	93	5.4	119	1.5	93	7.0	123	1.6	2.5	93	7.0	119	0.0	2.9	0.8	95	
HPKS 1	95	4.4	96	0.9	95	8.1	142	3.7	2.5	95	8.6	147	0.5	3.2	0.4	108	
2	93	4.3	95	0.8	93	8.7	152	4.4	2.7	93	8.8	151	0.1	3.0	0.4	100	
HPKSU 1	93	4.6	100	1.1	93	9.3	163	4.7	2.5	93	9.4	161	0.1	3.4	0.7	112	
2	83	4.5	98	0.8	83	9.4	164	4.9	2.5	83	9.8	166	0.4	3.1	0.5	104	
HEKS 1	88	4.5	98	0.6	85	8.3	146	3.8	2.5	85	8.7	148	0.4	2.8	0.4	94	
2	90	4.4	86	0.5	90	8.5	149	4.1	2.2	90	8.5	145	0.0	3.1	0.4	104	
HPH 1					93	13.6	238			93	13.6	231	0.0	3.1	0.7	105	
2					95	15.8	276			95	15.8	269	0.0	3.0	0.6	100	
Förklaringar till bokstavskombination försöksled.																	
Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.																	
H = HICO-kruka																	
Kc38 = Kombicell 38																	
Kc47 = Kombicell 47																	
P = Pluggjord																	
V = Varmhus																	
S = Skugghall																	
U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.																	

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka
 Kc38 = Kombicell 38
 P = Pluggjord
 V = Varmhus
 S = Skugghall
 U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47
 E = Enhetsjord
 K = Kallhus
 H1 = Hilleshög

FÖRSÖKS- LED	JUNI				JULI				AUGUSTI				STANDIAMETER (mm)				VÄXT- SLAG				
	HÖJD (cm)		HÖJD (cm)		HÖJD (cm)		STAM- DIAMETER (mm)	PLANT- PROCENT	HÖJD (cm)		HÖJD (cm)		STANDIAMETER (mm)								
	%	\bar{X}_1	S_1	REL-TAL	%	\bar{X}_2			S_2	REL-TAL	$\bar{X}_2 - \bar{X}_1$	\bar{Y}_1	%	\bar{X}_3	S_3	REL-TAL		$\bar{X}_3 - \bar{X}_2$	\bar{Y}_2	S	REL-TAL
HPV	1	9	4.6	1.3	100	9	8.3	3.5	100	3.7	2.7	9	8.9	2.9	100	0.6	3.6	0.9	100		
	2	4	5.0	0.0	100	4	8.6	3.1	103	3.6	2.7	4	9.5	0.7	107	0.9	3.2	0.4	91		
HPKS	1	5	5.0	2.8	109	5	12.0	1.4	145	7.0	3.0	5	12.0	1.4	135	0.0	3.7	1.1	105		
	2	15	3.5	1.9	77	20	9.9	4.8	119	6.4	2.5	20	10.5	4.7	119	0.6	2.5	0.5	70		
HPKSU	1	8	3.3	1.5	73	8	9.0	2.6	109	5.7	2.3	8	9.0	2.6	102	0.0	3.0	0.5	84		
	2	5	5.0	0.0	109	5	9.5	2.1	115	4.5	2.5	5	9.5	2.1	107	0.0	3.5	0.0	98		
HEKS	1	20	4.6	1.1	101	20	18.6	3.2	225	14.0	3.0	20	19.1	2.6	216	0.5	4.2	0.4	117		
	2	15	4.8	1.7	106	15	18.8	4.9	227	14.0	3.0	15	19.3	4.6	218	0.5	4.1	0.6	114		
HPHi	1					13	13.0	2.0				13	13.0	2.0	147	0.0	4.5	0.6	126		
	2					8	12.7	4.2				8	16.3	8.5	184	3.6	5.0	1.0	140		

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka
Kc38 = Kombicell 38
P = Pluggjord
V = Varmhus
S = Skugghall
U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47
E = Enhetsjord
K = Kalihus
Hi = Hilleshög

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka

Kc38 = Kombicell 38

P = Pluggjord

V = Varmhus

S = Skugghall

U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47

E = Enhetsjord

K = Kallhus

Hi = Hilleshög

FÖRSÖKS- LED	JUNI				JULI				AUGUSTI				VÄXT- SLAG						
	HÖJD (cm)		REL. TAL	%	HÖJD (cm)		REL. TAL	%	HÖJD (cm)		REL. TAL	%							
	\bar{x}_1	s_1			\bar{x}_2	s_2			\bar{x}_3	s_3				\bar{x}_4	s_4				
	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.	PLANT- PROG.		PLANT- PROG.					
HPV	1	23	5.7	1.2	100	23	7.8	2.9	100	2.1	2.5	23	8.0	2.7	100	0.2	2.5	0.8	100
	2	18	7.6	2.2	134	18	10.7	3.0	138	3.1	2.5	18	11.4	3.6	143	0.7	2.8	0.3	112
HPVS	1	23	6.9	1.7	122	23	13.6	5.0	174	6.7	2.3	23	14.2	5.4	178	0.7	3.0	0.5	120
	2	35	7.4	3.5	130	35	14.0	5.2	180	6.6	2.5	35	15.2	4.4	189	1.2	2.8	0.2	114
HPKS	1	30				28	18.4	8.1	236			28	19.3	8.4	241	0.9	2.4	0.7	94
	2	88				83	25.2	1.8	324			83	26.5	1.8	331	1.3	2.3	0.3	92
HPKSU	1	63	6.7	2.6	118	63	19.8	6.0	255	13.1		63	25.4	5.4	318	5.6	2.6	0.4	102
	2	28				25	19.4	6.4	249			25	22.2	6.6	278	2.8	2.7	0.4	108
HEKS	1	33				33	20.1	4.9	258			33	21.2	5.0	265	1.1	2.8	0.4	112
	2	28				25	17.6	6.0	226			25	20.0	5.3	250	2.4	2.4	0.5	94
HPHi	1	15				15	19.7	3.4	253			15	19.7	3.4	246	0.0	2.8	0.3	110
	2	10				10	15.2	5.0	196			10	15.2	5.0	191	0.0	2.5	0.4	100

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka
Kc38 = Kombicell 38
P = Pluggjord
V = Varmhus
S = Skugghall
U = Uriakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47
E = Enhetsjord
K = Kallhus
Hi = Hilleshög

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka

Kc38 = Kombicell 38

P = Pluggjord

V = Varmhus

S = Skugghall

U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47

E = Enhetsjord

K = Kallhus

Hi = Hilleshög

FÖRSÖKS- LED	JUNI				JULI				AUGUSTI				STANDIAMETER (mm)				VÄXT- SLAG	
	HÖJD (cm)		PLANT- PERCENT	HÖJD (cm)		STANDIAMETER (mm)	PLANT- PERCENT	HÖJD (cm)		REL.TAL	$\bar{x}_2 - \bar{x}_3$	\bar{y}_1	REL.TAL	$\bar{x}_3 - \bar{x}_5$	\bar{y}_2	S		REL.TAL
	\bar{x}_1	s_1		\bar{x}_4	s_4			\bar{x}_5	s_5									
	%	REL.TAL	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		%
HPV	1	33			60										2.8	0.9	100	QUERCUS ROBUR - EK
	2	48			68										3.9	0.7	143	
HPVS	1	25			58										3.6	1.3	131	
	2	43			63										3.1	1.1	115	
HEV	1	30			58										2.8	0.7	104	
	2	48			60										3.4	0.9	125	
HEVS	1	53			68										3.7	1.1	134	
	2	35			53										3.8	0.8	137	
HPKS	1	15			50										2.9	1.0	107	
	2	25			60										3.0	0.8	109	
HPKSU	1	10			48										2.9	0.8	105	
	2	25			55										2.8	0.8	103	
HEKS	1	33			65										3.1	1.0	113	
	2	25			55										3.2	0.8	115	
HEKSU	1	18			53										2.5	0.6	91	
	2	28			65										2.9	0.8	104	
Kc47PKS	13				60										3.0	0.6	109	
Kc47EKS	15				50										2.8	0.8	102	
Kc38PKS	20				50										2.7	0.6	100	
Kc38EKS	23				58										3.0	0.6	109	
HPHi	1														3.4	1.1	125	
	2														3.1	1.1	114	

QUERCUS ROBUR - EK

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.

H = HICO-kruka
 Kc38 = Kombicell 38
 P = Pluggjord
 V = Varmhus
 S = Skugghall
 U = Utlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Kc47 = Kombicell 47
 E = Enhetsjord
 K = Kallhus
 Hi = Hilleshög

FÖRSÖKS- LED	JUNI				JULI				AUGUSTI				STAM- DIAMETER (mm)	STANDIAMETER (mm)				VÄXT- SLAG	
	HÖJD (cm)		PLANT- PROCENT		HÖJD (cm)		PLANT- PROCENT		HÖJD (cm)		PLANT- PROCENT			HÖJD (cm)		PLANT- PROCENT			
	%	\bar{x}_1	s_1	REL-TAL	%	\bar{x}_2	s_2	REL-TAL	$\bar{x}_2 - \bar{x}_3$	\bar{y}_1	%	\bar{x}_3		s_3	REL-TAL	$\bar{x}_3 - \bar{x}_4$	\bar{y}_2	s	REL-TAL
HPV 1	100	22				50	avklippt till 5 cm		5 cm			19							SALIX VIMINALIS - KORGVIDE
2	100	22				50						67							
HPVS 1	100	22				60	avklippt till 5 cm		5 cm			16							
2	100	22				60						63							
HEV 1	100	22				50	avklippt till 5 cm		5 cm			18							
2	100	22				50						60							
HEVS 1	100	22				60	avklippt till 5 cm		5 cm			15							
2	100	22				55						58							
HPKS 1	100	16				50	avklippt till 5cm		5cm			15							
2	100	16				50						62							
HPKSU 1	100	16				50	avklippt till 5 cm		5 cm			12							
2	100	16				50						61							
HEKS 1	100	16				50	avklippt till 5 cm		5 cm			18							
2	100	16				50						56							
HEKSU 1	100	16				50	avklippt till 5 cm		5 cm			15							
2	100	16				50						53							
Kc47PKS	100	13				33						41							
Kc47EKS	100	14				34						42							
Kc38PKS	100	10				22						28							
Kc38EKS	100	11				22						29							
HPHi 1	100					52	avklippt till 5 cm		5 cm			42							
2	100	51				51	avklippt till 5 cm		5 cm			39							

H = HICO-kruka
 Kc38 = Kombicell 38
 P = Pluggjord
 V = Varmhus
 S = Skugghall
 U = Urlakat med totalavsaltat vatten 2 gånger.

Förklaringar till bokstavskombination försöksled.

Ex. HPVS = HICO-kruka, pluggjord, varmhus + skugghall.